

ÉRTEKEZÉSEK
A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

XIII. KÖTET. VII. SZÁM. 1883.

DOLGOZATOK

A K. M. TUD.-EGYETEM ÉLETTANI INTÉZETÉBŐL.

(III. FÜZET.)

KÖZLI

JENDRÁSSIK JENŐ

R. TAG.

I. A FOLYADÉKOK ÁRAMLÁSA HAJSZÁLCSÖVEKBEN.
(Öt ábrával.)

II. ADATOK A FEHÉRNYE-OLDATOK ÁTSZIVÁRGÁSÁHOZ.

D^r REGÉCZI NAGY IMRE

TANÁRSEGÉD ÉS MAGÁNTANÁRTÓL.

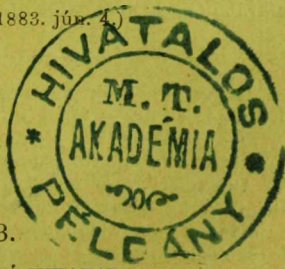
(Bemutatta a III. osztály ülésén 1883. jún. 4.)

— Ára 30 kr. —

BUDAPEST, 1883.

A M. TUD. AKADÉMIA KÖNYVKIADÓ-HIVATALA.

(Az Akadémia épületében.)



É R T E K E Z É S E K

a természettudományok köréből.

Első kötet. 1867–1870.

Második kötet. 1870–1871.

Harmadik kötet. 1872.

Negyedik kötet. 1873.

Ötödik kötet. 1874.

Hatodik kötet. 1875.

I. Emlékbeszéd gr. Lázár Kálmán felett. Xántus. 10 kr. — II. Dorner József emléke. Kalchbrenner. 12 kr. — III. Emlékbeszéd Török János l. t. felett. Érkövy. 12 kr. — IV. A suly- és a hő állítólagos összefüggéséről. Schuller. 10 kr. — V. Vizsgálatok a kolozsvári m. k. tud. egyetem vegytani intézetéből. Dr. Fleischer. 20 kr. — VI. A knihinai meteorkő mennyileges vegyelemzése. Dr. Than. 10 kr. — VII. A színérzésről indirect látás mellett. Dr. Klug. 30 kr. — VIII. Egy felszíni Hypogaeus. Hazzlinszky. 10 kr. — IX. A margitszigeti hévforrás vegyi elemzése. Than. 10 kr. — X. Öt közlemény a m. k. Egyet. vegytani intézetéből. Előterjeszti Than. 20 kr. — XI. A kőzetek tanulmányozásának módszerei stb. Dr. Koch. 30 kr. — XII. Nyolcz közlemény a m. k. egyetem vegytani intézetéből. Előterjeszti Than. 30 kr.

Hetedik kötet. 1876.

I. Vizsgálatok a kolozsvári m. k. tud. egyetem vegytani intézetéből. Közl. Dr. Fleischer. 20 kr. — II. Báró Prónay Gábor emléke. Haberner. 12 kr. — III. A légnomás változásainak pontos meghatározásáról. Schuller. 10 kr. — IV. Négy közlemény a m. kir. orvosi tanintézetből. Bemutatja Dr. Thanhofer. 50 kr. — V. Pólya József emléke. Dr. Török. 10 kr. — VI. Tanulmányok a talajabszorbtója fölött. Dr. Pillitz. 20 kr. — VII. A szőlő übölje. Hazzlinszky. 10 kr. — VIII. Az agy féltékéinek és a kis agynak működéséről. Balogh. 40 kr. — IX. Krystálytani vizsgálatok a betléri wolnynon. 3 képtáblával. Szécskay. 30 kr. — X. Az agy befolyásáról a szívmozgásokra. Balogh. 10 kr. — XI. Két isomér Monobromitronaphthalinról. Dr. Fabinyi. 10 kr. — XII. Kubinyi Ferencz és Ágoston életrajzuk. Nendtvich. 10 kr. — XIII. Jelenté Görögországba tett geologiai utazásairól. Dr. Szabó. 10 kr. — XIV. A felsőbányai trachit wolframitja. 1 táblával. Dr. Krenner. 10 kr. — XV. Vizsgálatok a kolozsvári m. k. tud. egyetem vegytanintézetéből. 6) A cyansav vegyületek szöveti alkatáról. Dr. Fleischer. 10 kr. — XVI. A villanyosság kiegyenlődése a szikrában és a szigetelők oldalinfluentája. Kont. 10 kr.

Nyolczadik kötet. 1877.

I. Az isogonok rendhagyó menetéről Magyarország erdélyi részeiben Schenzl. 40 kr. — II. A hortobágyi keserűvíz elemzése. Dr. Schvarcz. 10 kr. — III. Adatok a járulékos gyökerek fejlődéséhez. Schuch. 10 kr. — IV. Vizsgálatok a fulminátok (dűrsavvegyek) vegyalkata felett. Dr. Steiner. 20 kr. — V. Az emberi vese Malpighi-féle lobrai. Lenhossék József. 20 kr. — VI. Adalékok a kárpátok földtani ismeretéhez. Hantken Miksa. 10 kr. — VII. Tanulmányok az aldehidek vegyületeiről phenollokkal. (Első értekezés.) Dihydroxyphenyl-aethan és vegyületei. Dr. Fabinyi Rudolf. 10 kr. — VIII. Magyarhoni Anglesitek. Székfoglaló értekezés Dr. Krenner József Sándortól. (9 táblával.) 20 kr. — IX. A vas chemiai alkata és keménysége közötti vonatkozások. Kerpely Antaltól. Két táblával és több rajzzal a szöveg között. 20 kr. — X. Ásvány- és kőzettani közlemények Erdélyből. Dr. Koch Antal lev. tagtól. 20 kr. — XI. Emlékbeszéd Dr. Entz Ferencz a m. tud. akadémia levelező tagja fölött. Galgóczy Károly, lev. tagtól. 10 kr. — XII.

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETI TUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL.

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

Dolgozatok a k. m. tud.-egyetem élettani intézetéből

(III. füzet.)

Közli **Jendrássik Jenő** r. tag.

I.

A folyadékok áramlása hajszálcsővekben.

(Öt ábrával.)

Dr. Regéczi Nagy Imre tanársegéd és magántanártól.

(Bemutatta a III. osztály ülésén 1883. jún. 4.)

A szűrődés törvényeinek tanulmányozásánál a szűrődék mennyisége és a szűrés létesítése céljából alkalmazott nyomás oly viszonyt tüntet elő — a mint azt egy előbbi közleményemben ¹⁾ leirtam, — melynél fogva a szűrőhártyákra — a melyeket úgy tekinthetünk, mint egy nagyon rövid és nagyon szűk hajszálcsővekből összeállított rendszert — nem alkalmazható a folyadékoknak hajszálcsővekben való áramlására vonatkozó általános törvény, a melyet *Poiseuille* ²⁾ állapított

¹⁾ Adatok a szűrődés tanához. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. Akad. Ért. 1881. XI. k. 20. sz.

²⁾ Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très-petits diamètres. Mém. pr. par div. savants a l'Acad. roy. des sc. de l'Inst. de France. Sc. math. et phys. T. IX. 1846. p. 494

» il résulte, que les temps exigés pour l'écoulement d'une même quantité de liquide, toutes choses égales d'ailleurs, sont en raison inverse des pressions, 495. l. Mais les tubes, d'après la grandeur de leur diamètres doivent avoir une étendue en longueur au-dessus d'une certaine limite déterminée, pour que la loi ait lieu ; et cette limite diminue d'autant plus, que le diamètre du tube est lui-même plus petit. Donc, plus le diamètre du tube est petit, plus se trouve diminuée la limite de sa longueur. »

meg, és a mely úgy hangzik, hogy: *a hajszálcsőveken át folyt folyadék mennyisége egyenes arányban nő az alkalmazott nyomással, hacsak a hajszálcső nem fölötte rövid; az arányosság az átfolyt folyadékmennyiség és a nyomás közt pedig annál tovább megmarad a cső rövidítésekor, minél szűkebb az.* Rövid csővekre nézve azt mutatta ki Poiseuille, hogy azokon keresztül a nyomás növelésekor egy bizonyos mennyiségű folyadék átfolyására több idő szükséges, mint a mennyit a törvényben kifejezett teljes arányosság megengedne.¹⁾ A hártýákon át eszközölt

¹⁾ Poiseuille dolgozatának eredményét legelőbb az »Annales de chimie et de physique« című folyóiratból (Ser. III. Tome 7. 1843. p. 50.) ismertem meg részletesebben: Rapport fait à l'Acad. d. sc. . . . au nom d'une commission composé de M. M. Arago, Babinet, Piobert, Regnault, rapporteur, sur une mémoire de M. Poiseuille, ayant pour titre: Recherches etc. — E helyen a következő szakasz olvasható:

»lorsque la longueur du tube se trouve au dessous de la limite, la vitesse de l'écoulement augmente plus rapidement que la pression.« — Ugyane jelentés lefordítva németül megjelent: Poggendorff Annal. Bd. 58. 1843. S. 424. » wächst die Ausflussgeschwindigkeit rascher als der Druck.«

Csak később juthattam hozzá Poiseuille eredeti értekezéséhez, s abból láttam, hogy a jelentésben lényeges hiba fordul elő; P. szerint ugyanis az áramlási sebesség egy bizonyos csőhossz határon alól *nem gyorsabban, hanem lassabban* nő, mint a nyomás, a következő táblázat bizonyossága szerint: (Id. h. 466. l.)

23·638	$\frac{m}{m}$	Hg.	nyomásnál	5570	mp.	idő
49·185	»	»	»	2699	»	»
99·221	»	»	»	1360	»	»
148·623	»	»	»	918·5	»	»
193·315	»	»	»	718	»	»
387·737	»	»	»	381	»	»
774·620	»	»	»	207	»	»

kellott egyenlő mennyiségű folyadék kiáramlásához. Ha az idő egyszerű fordított arányban állana a nyomással, az összetartozó két érték szorzatának mindenütt egyenlőnek kellene maradnia. Itt pedig a szorzatok növekedést mutatnak, a mi az áramlási idő aránytalan változását, vagyis az áramlási sebesség kisebb arányú növekedését bizonyítja:

131663·660

132750·315

134940·560

136510·225

138800·170

147727·797

160346·340

szűrésnél a nyomás növelésekor szintén nem egyszerű arányban szaporodik a lefolyt szüredék mennyisége, de ellenkezőleg nagyobb arány szerint, — A szűrést és a *Poiseuille* hajszálcscsővel tett kísérleteit ennél fogva nem lehet azonosoknak tekinteni, sem pedig a hajszálcscsőkre vonatkozó áramlási törvényt a szűrési folyamatra egyszerűen átvinni, annyival kevésbé, mert *Poiseuille* aránylag tágas hajszálcscsővel dolgozott, és az általa talált értékekből azt kellene következtetnünk hogy a hárták szűk nyílásain át a hártya vastagságának megfelelő csekély csőhossz mellett is szűréskor a szüredék mennyisége, vagyis az átfolyt folyadék-mennyiség teljesen arányosan fog változni a nyomással. — Az eltérő viszony megfajtására ennél fogva szükségesnek látszott előttem ama körülményt hangsúlyozni, hogy ha a hártákat hajszálcscsővek rendszerének tekintjük is, e csövek nem merev, hanem rugalmas falzatúak, a nagyobb nyomásnak tehát szükségképen engednek, s annál nagyobb ürtérre tágulnak ki, minél nagyobb a szűrés eszközlésére használt nyomás.

Oly finom hajszálcscsővek, mint a minők a hárták nyílásai, elő sem állíthatók, és így ilyenekkel kísérletek nem is tehetők, csak következtethetünk az áramlás minőségére a hajszálcscsővel tett kísérleteknél megállapított törvényekből.

Poiseuille kísérletei nagy gonddal és alaposítással történtek, s kísérleteinek eredményeit a francia akadémia megbízásából hírneves tudósok vizsgálták felül, a kik bizonyosan megtették volna e kísérleti eljárás ellen hibáztató észrevételeiket, ha azokra lényeges hiányok szolgáltatott volna alapot, a melyek a kísérleti adatokat módosíthatták volna. — *Poiseuille* kísérleti eljárása a kívánságoknak nagyobbára valóban meg is felel, de csak költséges berendezésekkel volna utánozható; én a kísérleteket ismételni akartam, mert a szűrésnél talált eredmények kétséget ébresztettek bennem az adatokból levont következtetések teljes megbízhatósága iránt; a mondott oknál fogva azonban nem követhettem ugyanazt az utat, a melyet *Poiseuille*, hanem más módon kellett eljárnom.

Kísérleteimet most még befejeztetteknek nem is nevezhetem, mert még nem rendelkezem elég adattal, hogy az áramlási törvényt megállapíthassam; de egy pozitív eredménye mégis

volt kísérleteimnek, a mely a *Poiseuille* kísérleteinek eredményétől elüt, és az általa kifejtett törvénynek is módosítását követeli.

Az eredmények megítélése csak a kísérleti eljárások ismerete mellett lehetséges, és így megelőzőleg leírom a *Poiseuille* kísérleti eljárását, azután a magamét.

Poiseuille a következő eszközt használta: (1. ábra.)

Egy alól hegyes csúcsba kinyúló üveg edény *M*, fölfelé egy rézcsőbe folytatódik, mely három ágra oszlik el, s ezek egyike egy nyomógéppel, másodika egy víz vagy higanymanometerrel, harmadika pedig egy — mintegy 60 literes — rézből készült légtartóval áll összefüggésben.

Az *a*. oldalnyílásba egy szögletbe hajlított cső *b*. van beillesztve, mely után egy üres gömb *A*. és egy másik derékszögletbe hajlított cső *d*. *e*. következik; a *b c* és *d e* üvegcsőrészletek tágassága $\frac{3}{4}$ mm. vagyis többszöröse az áramlási kísérletre használt hajszálcsőnek, mely *e. f.* az utóbbi csővég folytatásába illesztendő, szükség szerint már hajszálcsővel is kicserélhető s a hajszálcső hosszának pontosabb lemérése kedvéért *e*-nél kis gömbalakú tágulattal bir, a melytől a mérés történik. — *m* és *n* két vízszintes vonal a hajszálcövet megelőző csőszakasz hosszában, a melyeknél az időmérés kezdetét és végét számítani kell; segédeszközképen egy fonalkereszttel ellátott távcső, és egy másodpercz óra szolgált.

A készülék alsó része vízzel telt edénybe merül, a melynek felszíne mintegy 1 mm.-nyire áll *m*. alatt, és e víztartó edény a hőmérsék állandósítása kedvéért még egy másik víz tartó-edénybe van beállítva.

Az *f*. csővég a kísérlet előkészítésekor egy pohárba merítendő, a melyben destillált és többször átszűrt víz van; ebből egy szívógéppel annyi vizet kell a csőbe felszíni, hogy kitöltse az *f e d c b a* csőrészleteket és az *M* edényben a felső cső kezdetének magasságáig álljon; az *N*. csúcs arra való, hogy abban leülepedhessenek a vízben esetleg még jelenlevő porrészecskék, melyek az áramlás akadályául szolgálhatnának.

Az említett légtartóban nyomógép segítségével olyan nyomást kell előidézni, a milyen mellett körülbelül az áramlás sebességét megmérni akarjuk, s akkor megnyitható az *M*. edényhez vezető csap, hogy a nyomás a folyadékra hathasson; a

folyadék áramlása megindúl, s a mikor a beállított táveső irányában a felszín m -ig ért, akkor megindítandó a másodperc óra, melynek mindaddig járni kell, a míg a folyadék felszíne az n álláspontig el nem jutott, s ebben a pillanatban megállítandó.

A leolvasott idő alatt annyi folyadék folyt át a beiktatott $e-f$ hajszálcsovön, mint a mennyi a készüléknek *medn* részébe befér, s a mely csőrészlet ürfogata előbb pontosan meghatározott; — a manometer mutatja a nyomást a kísérlet alatt, s a manometer állása leolvasandó a mikor a folyadék felszíne m -nél, — valamint a mikor n -nél áll, vagyis az időmérés kezdetén és végén, és a két leolvasás közt levő középérték a számításba veendő nyomás; a folyadék hőmérséke kísérlet előtt egyszerűen hőmérővel határozandó meg.

A mint a leírásból látszik, *Poiseuille* egyenlő térfogatú folyadékot különböző nyomás mellett áramoltatott a hajszálcsovöken keresztül, és *megmérte az időt, a mennyi letelt ama bizonyos folyadékmennyiség kifolyása alatt.*

Én más eljárást követtem; azt mértem ugyanis, hogy valamely hajszálcsovön egy *bizonyos idő alatt és különböző nyomásnál mennyi folyadék folyt át*; mértem tehát a hajszálcsov végén kifolyt folyadék mennyiségét súly szerint milligrammig terjedő pontossággal. — Az áramlást eszközölő nyomást különféleképen, az egyes kísérleteknél külön leírandó módon idéztem elő, s a kifolyt folyadékot előre lemért üveg edénykékből fogtam fel, a melyek ugyan a párolgás elől védve nem voltak, de a szoba hőmérséke állandó volt, és a kísérleti idők nem oly hosszúak, hogy a párolgásból az eredmény fontosságát veszélyeztető hiba származhatott volna.

Mindkét eljárásnál úgy az idő, mint a mennyiség megmérése egyenlően elég pontosnak tekinthető, de a *Poiseuille* eljárásánál nem, — vagy csak alig lehetett több kísérletet végezni egyenlő nyomás mellett, és értekezéséből nem is tűnik ki, hogy egyenlő nyomás mellett véghez vitt kísérletek ismétlésére igyekezett volna; a nyomás ott pontosan csak a kísérlet befejezése után volt megállapítható két leolvasás középértékéből, míg az én eljárásomnál ugyanazon állandó nyomás mellett több kísérlet volt tehető egymás után, a mi több

mérés eredményéből a kifolyt folyadék közép mennyiségének kiszámítását engedte meg, s a középérték közelebb áll a valószínűséghez, mint a több közül egy bármelyik, tekintve azt, hogy egy kísérleti eljárásnál sem lehet a hibákat teljesen kirekeszteni, sem pedig kellőképen számításba venni; minden eredmény csak a valószínűség értékével bír, a valószínűség pedig az igazságot annál inkább megközelíti, minél több adat szolgáltat a tétel megállapítására.

Kísérleteimet egyelőre csak a nyomás és a kifolyt mennyiség között levő viszony megállapíthatása céljából fogom ismertetni, mert ezzel lehet közvetlenül a szűrés eredményét is összehasonlítani; a cső hosszának és tágaságának befolyását részletesen tárgyalhatni más alkalomra tartván fenn magamnak.

I. K i s é r l e t.

A mellékelt 2. ábra szerint egy két szájadékkal ellátott üvegedény *A.* alsó *b.* nyílásába egy átfúrt dugó és ebben egy üvegcső *c.* volt beillesztve, a mely cső *d.*-től kezdve lehetőleg egyenletes hajszálcsővé volt kihúzva és azután térkimélés kedvéért többszörösen meghajlítva. — Az *a* szájadékon destillált, és szűrt vizet öntöttem az edénybe, s miután a hajszálcső vízzel egészen megtelt, egy fonál *f.* segítségével föltámasztottam a végét *e.* oly magasságig, hogy az *A.* edényben levő víz felszínével egy irányban állott; ekkor alá állítottam egy kis lemért üvegpohárkát *B.* úgy, hogy az szélével az üvegcső végét érintette, s a később áramlásba jött folyadék az edény falán egyenletesen folyt végig, s nem gyűlt össze csepp alakjában a hajszálcső végén, mely körülmény a kifolyást kissébb nyomások alkalmazásakor nehezíthette volna.

Az *a.* nyílásba illesztett üvegcső felső végét a *Ludwig-féle* injiciáló készülék légtartó dobjával kötöttem össze vastag kautsuk cső által, mely légtartóban a levegő feszülését a vízvezeték vizének bevezetése által növelni, — s a nyomás nagyságát egy higany manometeren leolvasni lehet :

nyomás	idő	lefolyt víz mennyiség	30 percze eső középérték
2. $\frac{c}{m}$ Hg	30 percz	2.117 grm	
—	—	1.837 »	
—	—	2.184 »	2.035 grm
—	240	16.262 »	»
4 $\frac{c}{m}$ Hg	30	4.399 »	»
—	—	4.825 »	4.518 »
—	—	4.331 »	»
6 $\frac{c}{m}$ Hg	60	13.281 »	»
—	30	6.590 »	»
—	—	6.642 »	6.708 »
—	—	6.869 »	»
—	—	6.617 »	»
—	—	6.958 »	»
8 $\frac{c}{m}$ Hg	30	9.092 »	»
—	60	18.129 »	»
—	60	18.644 »	9.180 »
—	30	9.215 »	»
10 $\frac{c}{m}$ Hg	30	11.648 »	»
—	30	12.075 »	11.736 »
—	30	11.486 »	»

Ekkor az üvegcső eltört és így a kísérletet folytatni nem lehetett.

A felsorolt értékek megvizsgálásánál látszik, hogy az egyes mérések nem adtak teljesen összевágó eredményt t. i.

a	2 $\frac{c}{m}$ Hg	nyomásnál	tett mérések	0.347 grmnyi
»	4 » »	»	» »	0.494 »
»	6 » »	»	» »	0.368 »
»	8 » »	»	» »	0.258 »
»	10 » »	»	» »	0.589 »

különbséget tüntetnek elő. — E különbségek annak tulajdonítandók, hogy a manomaternél nehéz a pontos leolvasás és ha a különböző kísérleteknél az áramlást eszközlő nyomásjelző higanyoszlop magasságában csak néhány tized millimetryi különbség van is, a mit pedig kikerülni lehetetlen, az már lényeges különbséget hoz létre a folyadék áramlásának gyorsaságában.

E különbségek azonban nem zavarják meg annyira a kísérletek eredményét, hogy azokban bizonyos szabályosság felismerhető ne volna.

Az egyes értékek összehasonlítása arra az eredményre vezetne, a mire Poiseuille is jutott, hogy u. i. a nyomással arányosan nő a kifolyt folyadék mennyisége, mert egy bizonyos nyomásnál történt meghatározáskor észlelt legnagyobb érték kétszerese rendszeren nagyobb, mint a kétszer olyan nyomásnál mért legkisebb érték, de egyszersmind rendszeren, bár nem mindig kisebb a legnagyobb értéknél, pl.:

$$2.184 \times 2 = 4.368 > 4.331$$

$$< 4.825$$

$$4.825 \times 2 = 9.650 > 9.065 = \frac{18.129}{2}$$

$$> 9.322 = \frac{18.644}{2}$$

hasonlóképen két különböző nyomásnál tett mérések legnagyobb értékeinek összege rendszeren nagyobb, mint a megfelelő nyomásnál talált legkisebb érték, s viszont a mért legnagyobb értékek e számítás útján nyert értékeket rendszeren felülműlják; pl.:

$$2.184 + 4.825 = 7.009 > 6.590$$

$$> 6.958$$

$$2.184 + 6.958 = 9.142 > 9.064 = \frac{18.129}{2}$$

$$< 9.322 = \frac{18.644}{2}$$

$$2.184 + 9.322 = 11.506 > 11.486$$

$$< 12.075$$

$$4.825 + 6.958 = 11.783 > 11.486$$

$$< 12.075.$$

De ha a középértékeket hasonlítjuk össze, akkor rögtön feltűnik, hogy a nyomás és a kifolyt folyadék mennyisége közt teljes arányosság nincs, hanem az áramlás gyorsasága nagyobb arány szerint nő, mint a nyomás:

2 cm. Hg. nyomásn. kifolyt 2.035 grm. E mennyiséghez viszonyítva arányosan

							Különbség
4 » « »	4.070	grm.-nak kellett volna lefolyni	4.518	helyett	+ 0.448		
6 » « »	6.105	» » » »	6.708	» »	+ 0.603		
8 » » »	8.140	» » » »	9.180	» »	+ 1.040		
10 » » »	10.175	» » » »	11.736	» »	+ 1.561		

A nagyobb nyomásoknál tehát több folyadék foly le, mint az áramlási gyorsaság arányos növekedése mellett lefolyhatna, s a kiszámított és a talált értékek közt annál nagyobb a különbség, minél nagyobb egyszersmind az áramlást eszközöl

nyomás. Ha a nyomás emelésekor a lefolyt folyadékmennyiségeket rajzban tüntetjük elő, akkor a nyomással arányos sebesség növekedés mellett egy oly ferde vonalat nyerünk, a melynek csak meredeksége változik az áramlási cső hossza és tágassága szerint; a középértékek alapúl vétele után szerkesztett vonal azonban nem egyenes, hanem görbe, s annál jobban elhajol az egyenestől, minél nagyobb nyomásra vonatkozik.

2. Kisérllet.

Az áramlás gyorsaságát különböző magasságú vízoszlop nyomása szerint változtattam. A berendezést a mellékelt 3. vázlat mutatja: *a* üvegcső *b*-től kezdve hajszálcsővé volt kihúzva és függőlegesen megerősítve, úgy hogy alsó vége alá egy kis le-mért pohárka B. volt állítható a kifolyt víz felfogására. Az *a* üvegcső végére egy kautsukcső volt feltolva, mely a mellé állított, és változó magasságra felemelhető *A* széles víztartó edényből a destillált és szűrt vizet a hajszálcsőhöz vezette; a víz felszíne és a hajszálcső *d* vége közt megmért távolság mutatta a folyadékoszlop nyomását, a mely mellett az áramlás történt.

A magasság mérését külön manometer hiányában egyszerűen egy mérőruddal végeztem, de 1—2 mm. hibát a leolvasásoknál elkövethettem; e körülmény megvonja a mért értékektől az abszolút biztosság jellegét legalább a harmadik, — s talán a második tizedes tört értékéig is.

Víznyomás áramlási idő lefolyt vízmennyiség 60 percze esik közép érték

99 cm.	60 percz	5.888 grm	5.888	
49.5 »	120 »	5.081 »	2.540	
50 »	420 »	20.652 »	2.950	} 2.866
—	60 »	2.681 »	2.681	
—	240 »	11.069 »	2.767	
75 »	60 »	4.305 »	4.305	} 4.328
—	—	4.464 »	4.464	
—	180 »	13.379 »	4.459	
—	480 »	34.302 »	4.282	} 6.175
—	120 »	8.475 »	4.237	
—	60 »	4.324 »	4.324	
100 »	60 »	6.490 »	6.490	} 6.105
—	180 »	18.492 »	6.164	
—	240 »	24.420 »	6.105	

25	»	60	»	0'982	»	0'982	1'023
—		360	»	5'778	»	0.963	
—		60	»	0'949	»	0'949	
—		—		0'962	»	0'962	
—		—		1'326	»	1'326	
—		—		1'168	»	1.168	
—		180	»	3'163	»	1'054	

Bár, mint említettem, a folyadékoszlop magasságát az alkalmazásba vett kísérleti berendezés mellett egészen a milliméterekig pontosan meghatározni nem lehetett, s meg kell engednem, hogy a beállításnál 1—2 $\frac{m}{m}$ hiba történhetett, a középértékek mégis — miután számos adatból állapítottak meg — megbízható eredményekképen tekinthetők. — Ez kitűnik abból a rendszerességből, a mely ez értékekben feltalálható; tekintve ugyanis a két első meghatározástól, a melyeknél középérték ki nem vonható, miután csak egy-egy meghatározás történt, a többiek ugyanazt a viszonyt mutatják, mint az első kísérlet értékei: *a nyomás növekedésekor nem arányosan nő, — s viszont a nyomás csökkenésekor sem arányosan fogy — a lefolyt víz mennyisége, hanem nagyobb arány szerint.*

Ha a nyomás növelésekor a folyadék áramlása a *Poiseuille* törvénye szerint gyorsulna:

25 $\frac{c}{m}$ nyomásnál				1'023 gram víz folyván ki				Különbség:
50	»	»	2'866 gr. helyett	2'046	grnak kellene kifolyni	+	0'820	
75	»	»	4'328 »	3'069	»	»	+ 1'259	
100	»	»	6'175 »	4'092	»	»	+ 2'083	

Az eltérés a kísérletnél talált és a kiszámított értékek közt annál nagyobb, minél nagyobbra nő a nyomás; és a különbségek itt is, mint az első kísérletnél nem egyszerű arány szerint növekednek, hanem haladó a növekedés. Ha a különbség úgy növekedne, hogy az eredmény rajzban egy egyenes vonal által volna feltüntethető, az 50 cmtr víznyomásnál mért értéknek a 25 cm-re vonatkozó értékhez viszonyított különbsége arányában a különbségnek.

75 $\frac{c}{m}$	nyomásnál	1'259	grm helyett	1'230	gramnak kellene lenni
100 $\frac{c}{m}$	»	2'083	»	1'676	»

Viszont, ha $100 \frac{g}{m}$ nyomásnál 6.175 gr. víz foly le, ily arány szerint.

Különbség :

75 » »	4.631 gr-nak kellene lefolyni	4.328 helyett	+ 0.303
50 » »	3.087 » »	2.866 »	+ 0.221
25 » »	1.543 » »	1.023 »	+ 0.520

Itt a különbség nem nő szabályosan; a második érték kicsi volta azonban kísérleti hibának tulajdonítandó.

Az áramlási sebességnek az emelkedő nyomással arányban nem álló növekedését a következő számok is mutatják :

$100 \frac{g}{m}$ nyomásnál 6.175 grm helyett

a 99 cm. nyomás helyett lefolyt 5.947 grm víznek kellett volna lefolyni			különbség + 0.228		
vízmennyiség aránya					
75 »	szerint	5.770 « » »	«	+	0.405
50 »	»	5.732 » » »	»	+	0.443
49.5 «	«	5.131 » » »	»	+	1.044
25 »	»	4.088 » » »	»	+	2.087

Az értékek bár nem olyan szabályosak, hogy belőlük a sebességváltozás egyenletét levezetni lehetne, mindazonáltal tisztán előtűntetik a sebességváltozás aránytalanságát a nyomás növekedéshez képest. — A különbség növekedése nem enged meg más magyarázatot, mint hogy : a *nyomás emelkedésekor az átfolyt folyadék mennyisége gyorsabban nő, mint a Poiseuille törvénye szerint várható volna.*

3. Kísérlet.

A 2-dik kísérletnél alkalmazott berendezés hiányos volta a manometer elhagyásából eredt; úgy módosítottam tehát a berendezést, hogy egy manometert is iktattam közbe, a mely a pontos leolvasást lehetővé tette. (4. ábra.)

Az *a* üvegcső, mint a 2-ik kísérletnél *b*-től kezdve hajszálcsővé volt kihúzva, és vége *c* érintette az alá állított kis pohárka *B.* oldalát. Az *a* üvegcsőre feltolt *h* kautsukcső *d*-nél egy Γ alakú üvegcső rövid szárára volt feltolva, másik rövid szárába a *g* kautsuk csövön át az *A* széles víztartóból a víz befolyhatott részint a hajszálcsőbe, részint pedig az említett Γ alakú üvegcső hosszú *f.* szárába, mely egy tágasabb, alól elzárt és foksorral ellátott üvegcsőbe *e* nyúlt bele

egészen a fenékgig. — E mérő csőben a víz olyan magasan állapodott meg, mint a milyen magasan az *A* víztartóban állott, s a vízállás a foksoron leolvasható volt, mert annak *o* pontja a hajszálcső *c* végének magasságába volt beállítva. Tágas manometert azért választottam, hogy a nyomás leolvasásánál a fal vonzásából eredhető hiba zavarólag ne hasson, hogy a manometerben a víz magasabbra ne nyomúljon, mint a hogy az *A* víztartó edényben áll.

Víznyomás	áramlási idő	lefolyt vízmenyiség	15 percze esik	közép érték.
10 cm.	60 perc	1'814	0'453	0.436
—	180 »	5'430	0'452	
—	840 »	24'560	0'437	
—	390 »	11'015	0'423	
20 »	240 »	14'329	0'895	0'892
—	450 »	26'711	0'890	
30 »	225 »	20'402	1'360	1.360
40 »	60 »	7'288	1'822	1.822
50 »	165 »	25'005	2'273	2.273
60 »	120 »	21.549	2'693	2.693
70 »	45 »	9'420	3'140	3.140
80 »	75 »	17'960	3'592	3.592
90 »	30 »	7'991	3'995	3.995
100 »	105 »	31'685	4.526	4.526

A közép értékek növekedése itt sem arányos a nyomással, hanem nagyobb;

ha	10 cm. nyomásnál 0'436 grm víz folyt le:	Különbség
20 »	0'872 grmnak kellett volna lefolyni 0'892 helyett	0'020
30 »	1'308 »	1'360 » 0'052
40 »	1'744 »	1'822 » 0'078
50 »	2'180 »	2'273 » 0'093
60 »	2'616 »	2'693 » 0'077
70 »	3'052 »	3'140 » 0'088
80 »	3'488 »	3'592 » 0'104
90 »	3'924 »	3'995 » 0'071
100 »	4'360 »	4'526 » 0.166

A 60, 70, és 90 $\%$ nyomásoknak megfelelő értékeken kívül, — a melyek kissébbek, — az emelkedés szépen kitűnik a kísérletileg talált és a kiszámított értékek különbsége közt a nyomás növekedésekor; az értékek nyilván azért nem egyeznek teljesen össze, mert nem elégséges számú megfigyelésből voltak a középértékek megállapítva. — Különben ilyen sza-

bálytalanságok, egy néhány értéknek a sorrendbe való bele nem illése, akármely kísérleti eljárásnál tapasztalhatók; az adatok számának szaporítása által legfeljebb a szabálytalanságok kiszebbítését érhetni el, teljesen elhárítani nem — vagy csak véletlenségből lehet.

A 10 cm. nyomásnál talált sebességhez arányosan

						különbség
10 cm. nyomásnál 0'436 grm víz helyett 0'452 grnak kellett volna						lefolyni + 0'016
20	»	»	0'892	»	»	0'905 » + 0'013
30	»	»	1'360	»	»	1'357 » — 0'003
40	»	»	1'822	»	»	1'810 » — 0'012
50	»	»	2'273	»	»	2'263 » — 0'010
60	»	»	2'693	»	»	2'715 » + 0'022
70	»	»	3'140	»	»	3'168 » + 0'028
80	»	»	3'592	»	»	3'620 » + 0'028
90	»	»	3'995	»	»	4'073 » + 0'078

Itt is bár a különbségek szabálytalanok, a növekedés félreismerhetetlen a nyomás növekedésekor.

A középértékekből előtűnő sebesség szerint pedig a sebesség arányos növekedése mellett 100 cm. nyomásnál 4'526 grm víz helyett:

						különbség
a 10 cm-nél észlelt középér-ékből kiszámítva 4 360 grnak kellett volna						lefolyni + 0'166
» 20	»	»	»	»	4'460	» + 0'066
» 30	»	»	»	»	4'533	» — 0'007
» 40	»	»	»	»	4'555	» — 0'029
» 50	»	»	»	»	4'546	» — 0'020
» 60	»	»	»	»	4'488	» + 0'038
» 70	»	»	»	»	4'485	» + 0'041
» 80	»	»	»	»	4'490	» + 0'036
» 90	»	»	»	»	4'439	» + 0'087

A különbségek + jellel ellátott értékeinek többsége, és a — jelű értékek jelentéktelen volta itt is azt bizonyítja, hogy *nyomásnövekedéskor az áramlás sebessége nagyobb arány szerint nő, mint a Poiseuille törvénye mondja.*

4. K i s é r l e t.

Higany nyomása mellett, olyan berendezéssel mint az 1. kísérletnél.

Kezdeti végi nyomás	közép nyomás	idő	lefolylt vizmenyis.	30 prcze esik.	Különb- ség
206 mm. Hg 189 mm.	197.5 mm.	4.5 óra	12.963 grm	1.440 grm *)	
189 » » 164 »	176.5 »	10.5 »	24.819 »	1.181 »	1.286 0.107
164 » » 144 »	154 »	6 »	13.350 »	1.112 »	1.122 0.010
144 » » 140 »	142 »	2 »	3.057 »	0.764 »	1.035 0.271
140 » » 127 »	133.5 »	5.5 »	9.433 »	0.857 »	0.973 0.116
127 » » 99 »	113 »	9.5 »	12.114 »	0.637 »	0.823 0.186
99 » » 93 »	96 »	3 »	3.315 »	0.552 »	0.699 0.147
93 » » 84 »	88.5 »	3.5 »	3.306 »	0.472 »	0.647 0.175
70 » » 66 »	68 »	7.5 »	4.684 »	0.312 »	0.495 0.183
66 » » 63 »	64.5 »	8 »	4.162 »	0.260 »	0.470 0.210
62 » » 54 »	58 »	17 »	7.602 »	0.224 »	0.422 0.198
54 » » 49 »	51.5 »	11 »	4.522 »	0.205 »	0.375 0.170
49 » » 41 »	45 »	13.5 »	5.043 »	0.186 »	0.328 0.142
37 » » 32 »	34.5 »	21 »	5.005 »	0.119 »	0.251 0.132
32 » » 28 »	30 »	4 »	0.771 »	0.096 »	0.218 0.122
28 » » 26 »	27 »	22.5 »	2.951 »	0.065 »	0.196 0.131
26 » » 24 »	25 »	60 »	5.327 »	0.044 »	0.182 0.138

*) a legnagyobb nyomásnak megfelelő sebesség szerint lefolyni kellett volna.

A 197.5 mm. Hg. nyomásnak megfelelő sebesség szerint a megfelelő arányos értékeknél a mint látszik a kísérletileg talált értékek mind csekélyebbek, és a különbség jelentékeny. — A különbségek szabályos emelkedést itt nem mutatnak, a mit onnan lehet származtatni, hogy a sebességek a középnyomásokhoz vannak viszonyítva, mint a *Poiseuille* eljárásánál; teljesen kifogástalan kísérletnél pedig a nyomásnak állandónak kell maradni. Ha a *Poiseuille* törvénye szerint a kifolyás gyorsasága arányosan nő vagy fogy a nyomásváltozatokkal, akkor a közép nyomást a számítás alapjául jogosan fel lehet venni, de a kísérletek is mutatják, hogy a sebesség változása nem egyszerű arányban történik a nyomás változathoz képest, s ennek tudatában a közép nyomás értékeket nem lehet pontos adatok nyerése céljából értékesíteni.

5. Kísérlet.

A berendezés hasonló a 3-dik kísérletnél használthoz, csak a manometer és a víztartó edény alakja más. (5. ábra.) Az *a.* üvegcső *b.*-től kezdve hajszálcsövő van kihúzva, és vége *c.* a

lefolyó víz felfogására szánt kis pohárka B. oldalát érinti. A manometer e. \perp alakban van beforasztva egy rövid üvegcsőbe melynek két rövid szára közül az egyik az *a.* üvegcsővel van összekötve az *f.* kautsukcső által, másikkhoz pedig a *g.* kautsukcső vezeti a vizet az A. víztartó edényből, melynek belsejébe a felső szájadékon egy átfúrt dugóban két üvegcső vezet, egyik *h.* a fenékgig ér, — s erre van feltolva a *g.* kautsukcső, — a másik *i.* csak a dugó alá; ez utóbbi az A. edényben levő és a külső levegő közt fenntartja az érintkezést.

Megfelelő vízmennyiség

X. a víz nyomása áramlási idő lefolyt vízmennyiség 1 óra alatt = $y \quad y/x$

1 cmtr	12 percz	0·021 grm	0·105 grm	0·1050
2 »	6 »	0·026 »	0·260 »	0·1300
4 »	6 »	0·061 »	0·610 »	0·1525
8 »	10 »	0·209 »	1·254 »	0·1567
16 »	6 »	0·259 »	2·590 »	0·1618
32 »	6 »	0·520 »	5·200 »	0·1625
64 »	10 »	1·784 »	10·704 »	0·1672
128 »	6 »	2·206 »	22·060 »	0·1723
256* »	12 »	8·832 »	44·160 »	0·1725
512* »	6 »	8·871 »	88·710 »	0·1732

E két utolsó *-gal jelölt értéket higany nyomása által idéztem elő oly módon, hogy elzárva az *e.* manometert és lebozsátva az A. víztartó edényt annyira, hogy a víz felszíne benne a hajszálcső *c.* végének magasságában állott: a víztartó edény *i.* csővét kautsukcső segítségével összekötöttem az 1. és 4. kísérletnél is használt injiciáló készülék légsűrítő dobjával, és az első esetben 188 mm., majd 376 mm. higanyoszlopnak megfelelő nyomást idéztem elő és tartottam fenn, mely nyomások 256. illetőleg 512. cm. vízoszlop nyomásának felelnek meg.

Az y/x sorozat azt mutatja, hogy a különböző nyomásoknál észlelt sebesség arányos csökkenése mellett mennyi folyadék folyt volna át a hajszálcsővön 1 óra alatt 1 cmtr víznyomásnál, s összehasonlítva ez értékeket az 1 cmtr nyomás mellett kísérletileg talált mennyiséggel, úgy találjuk, hogy a nagyobb nyomásoknál a sebesség mindenütt aránytalanul nagyobb volt, és pedig a különbség növekedése a talált és kiszámított értékek közt a nagyobb nyomások felé haladó, és pedig eleinte gyorsabb, később lassúbb, olyannyira hogy az egyenes aránytól többé nem nagyon eltérő.

6. Kísérlet.

Az 5-ik kísérletnél alkalmazott berendezéssel.

Megfelelő vízmenyiség

$X = a$ víz nyomása áramlási idő lefolyt vízmennyiség 1 óra alatt $= y/x$

512*	cmtr	2 perc	6'154 grm	184'62 grm	0'3605
256*	»	2 »	3'065 »	91'95 »	0'3589
128	»	3 »	2'223 »	44'46 »	0'3473
64	»	4 »	1'351 »	20'265 »	0'3166
32	»	10 »	1'423 »	8'538 »	0'2668
16	»	12 »	0'562 »	2'81 »	0'1756
8	»	3 »	0'009 »	0'18 »	0'0225

A *)-gal jelölt értékek szintén mint az előbbi kísérletnél higany nyomás által voltak előidézve.

7. Kísérlet.

Megfelelő vízmennyiség $\frac{y}{x}$

X , a víz nyomása	áramlási idő	lefolyt vízmennyiség	1 óra alatt $= y/x$
1 cmtr	10 perc	0'075 gr.	0'441 gr. 0'4410
2 »	12 »	0'223 »	1'115 » 0'557
4 »	5 »	0'206 »	2'472 » 0'6180
8 »	2 »	0'171 »	5'130 » 0'6415
16 »	17 »	2'952 »	10'416 » 0'6510
32 »	2 »	0'695 »	20'850 » 0'6515
64 »	2 »	1'396 »	41'880 » 0'6543
128 »	2 »	2'798 »	83'940 » 0'6554
256* »	2 »	5'556 } 5'557 } 5'554 }	5'556 166'668 0.6510
512* »	1 »	5'625 } 5'626 }	5'6255 337'53 0'6596

A két utóbbi érték mint az előbbi esetekben higany nyomása által volt létrehozva.

Úgy ennél, mint az előbbi (6-dik) kísérletnél szépen előtűnik az átfolyt folyadék mennyiségének aránytalan szaporú-lata a nyomás növekedésekor; ha u. i. az átfolyt folyadék mennyisége egyszerű arányban növekednék a nyomással, az y/z értékeknek egyenlőknek kellene lenniök; ez értékek pedig a nagyobb nyomások felé folytonos és szabályszerű emelkedést mutatnak. A szabályos emelkedés csak egy helyen van megza-varva a 7-dik kísérletben 256 cmtr víznyomásnak megfelelő

értéknél, mely csekélyebbre ütött ki, mint az előzmények szerint várható volt. Ha azonban tekintetbe vesszük, hogy e mérés higany manométerrel történt, és a higany felszínének csekély eltérése is már lényeges hibát okoz, — pedig a beállításnál ily kis fokú hiba elkerülhetetlen, — ez érték kicsinységét kísérleti hibának kell betudni; a többi értékek rendszeres emelkedésének jelentőségét ez egy eltérés nem csökkenti.

8. Kísérlet.

			Megfelelő vízmennyiség		
<i>X. a víz nyomása áramlási idő lefolyt vízmennyiség középérték 1 óra alatt</i>			<i>y/x</i>		
			<i>= y</i>		
512*	cmtr	2 percz	0'600 grm)		
—	»	»	0'604 »	0 6026	18.078 0'0353
—	»	»	6'604 »		
256*	»	2 »	0'300 »	—	9'00 0'0351
128	»	3 »	0'225 »	0'2273	4'546 0 0355
—	—	—	0'230 »		
—	—	—	0'227 »		
64	»	3 »	0'110 »	0'110	2 20 0'0343
—	—	—	0.110 »		
32	»	3 »	0'054 »	0'054	1'08 0'0337
—	—	—	0'053 »		
—	—	—	0'054 »		
16	»	3 »	0'025 »	0'025	0 5 0'0312
—	—	—	0 025 »		
8	»	3 »	0 012 »	—	0 024
—	5	»	0'020 »	—	0 024 } 0'0300

E kísérletnél is szépen mutatkozik az y/x értékeknek emelkedése a nagyobb nyomások felé; a két legnagyobb érték ugyan kimarad a sorból, de azok itt is a higanynyomásból lettek átszámítva; a nyomás beállításnál mindig arra törekedtem, hogy a kívánt manometer álláson felül ne legyen a nyomás, ha u. i. a beállítás esetleg egészen pontos nem lenne, akkor inkább csekélyebb legyen, mint nagyobb, hogy bizonyító erővel birjon. Higany manomaternél, — mint már említve volt, — minden legcsekélyebb hibának a beállításnál nagyobb jelentősége van a higany nagyobb súlya miatt, mint a víz manomaternél, mindazonáltal ez értékek is bizonyítják az átfolyt folyadék mennyisége és a nyomás közt állított egyszerű arány

hiányát, mert ha e legnagyobb — Hg. nyomással nyert — értékek mellett talált áramlási sebességek aránylag csekélyebbek is, mint a víznyomással mért legnagyobb sebességek mindenetre jóval jelentékenyebbek a kisebb nyomások mellett talált értékeknél.

9. Kísérlet.

Megfelelő vízmennyiség

X. a víz nyomása áramlási idő lefolyt vízmennyiség 1 óra alatt = y/x				
8 cmtr	3 percz	0·0145 grm	0·29	0·0362
16 »	7 »	0·071 »	0·606	0·0378
32 »	10 »	0·210 »	1·260	0·0393
64 »	10 »	0·422 »	2·532	0·0395
128 »	10 »	0·851 »	5·106	0·0398
256* »	3 »	0·553	} közép értékben	11·136 0·0435
— »	2 »	0·374		
512* »	2 »	0·753 »	22·59	0·0441

Eltérést a rendes szabályos emelkedéstől e kísérletnél is csak a két utolsó, — higany-nyomással mért — érték képez; de itt az ellenkező irányban, mint a megelőző kísérleteknél, u. i. nagyobb sebességek mutatkoznak, mint a megelőző adatok után várni lehetne.

10. Kísérlet.

Megfelelő
vízmennyiség

X. a víznyomása áramlási idő lefolyt vízmennyiség középérték 1 óra alatt y/x = y				
512* cmtr	2 percz	1·349 grm	»	40·47 0·0790
256* »	2 »	0·666 »	»	19·98 0·0780
128 »	2 »	0·3395	} 0·3395	10·185 0·0795
— »	» »	0·340		
— »	» »	0·339	} 0·1640	4·92 0·0784
64 »	2 »	0·1645		
— »	» »	0·1635	} 0·318	2·385 0·0745
32 »	8 »	0·319		
— »	» »	0·317	} 1·1508 0·0719	
16 »	11 »	0·211		
8 »	8 »	0·0685		0·5136 0·0642
4 »	12 »	0·0415		0·2075 0·0518

E kísérletnél talált értékekre ugyanaz mondható, a mit a 8-ik kísérlet adataira nézve megjegyeztem. Eltérést a szabályosságtól csak a két első érték mutat, ez is csak lényegtelen mértékben.

II. Kísérlet.

A víz nyomása áramlási idő lefolyt vízmennyiség 1 órára esik y/x közép-
 $= y$ érték

128 cmtr	6 perc	0.064 grm	0.640 grm	0.0050	
— »	17 »	0.180 »	0.636 »	0.0049	0.0050
— »	7 »	0.075 »	0.642 »	0.0050	
— »	9 »	0.098 »	0.648 »	0.0050	
— »	7 »	0.0765 »	0.648 »	0.0050	
64 »	12 »	0.061 »	0.305 »	0.0047	0.0048
— »	15 »	0.079 »	0.315 »	0.0049	
— »	6 »	0.031 »	0.310 »	0.0048	
— »	23 »	0.122 »	0.318 »	0.0049	
— »	20 »	0.106 »	0.318 »	0.0049	0.0046
32 »	7 »	0.018 »	0.150 »	0.0046	
— »	15 »	0.037 »	0.148 »	0.0046	
— »	10 »	0.025 »	0.150 »	0.0046	
— »	30 »	0.0725 »	0.145 »	0.0045	
16 »	26 »	0.0295 »	0.0678 »	0.0042	0.0041
— »	9 »	0.010 »	0.0666 »	0.0041	
8 »	40 »	0.020 »	0.030 »	0.0037	—
4 »	12 »	0.003 »	0.015 »	0.0037	—

12. Kísérlet.

A víz nyomása áramlási idő lefolyt vízmennyiség 1 órára esik y/x közép-
 $y =$ érték

128 cmtr	6 perc	0.077 grm	0.770	0.0060	
— »	24 »	0.303 »	0.757	0.0059	0.00593
— »	12 »	0.1515 »	0.757	0.0059	
64 »	7 »	0.0435 »	0.372	0.0058	0.00576
— »	6 »	0.0375 »	0.375	0.0058	
— »	8 »	0.049 »	0.366	0.0057	
32 »	15 »	0.045 »	0.180	0.0056	0.00554
— »	6 »	0.178 »	0.178	0.0055	
— »	9 »	0.027 »	0.180	0.0056	
16 »	10 »	0.0137 »	0.082	0.0051	0.00516
— »	11 »	0.015 »	0.081	0.0050	
— »	13 »	0.019 »	0.0876	0.0054	
8 »	10 »	0.0062 »	0.037	0.0046	0.00456
— »	10 »	0.0060 »	0.036	0.0045	
— »	10 »	0.0062 »	0.0372	0.0046	
4 »	41 »	0.0095 »	0.0138	0.0034	0.00365
— »	10 »	0.003 »	0.018	0.0045	
— »	13 »	0.003 »	0.015	0.0037	
— »	10 »	0.002 »	0.012	0.0030	

13. Kísérlet.

<i>A víz nyomása</i>	<i>idő</i>	<i>a lefolyt víz mennyisége</i>	<i>1 órára esik = y</i>	y/x	<i>közép érték</i>
4 cmtr	13 percz	0 003 grm	0'0138 gr.	0'0034	0'0037
—	24 »	0'006 »	50'016 »	0'0040	
8 »	23 »	0.017 »	0.043 »	0'0054	
—	8 »	0'007 »	0'045 »	0'0055	0'0054
—	6 »	0'004 »	0.040 »	0'0050	
—	17 »	0'013 »	0'0456 »	0'0050	
—	20 »	0'0148 »	0'044 »	0'0055	
16 »	14 »	0'0235 »	0'100 »	0'0062	0'00633
—	14 »	0'025 »	0'106 »	0'0066	
—	6 »	0'010 »	0'100 »	0'0062	
32 »	180 »	0'640 »	0'213 »	0'0066	0'0067
—	48 »	0'1735 »	0'217 »	0'0067	
—	6 »	0'022 »	0'220 »	0'0068	
64 »	8 »	0'060 »	0'450 »	0'0070	0'00694
—	8 »	0'059 »	0'442 »	0'0069	
—	10 »	0'075 »	0.450 »	0'0070	
—	13 »	0'0957 »	0'440 »	0'0069	
—	6 »	0'0445 »	0.445 »	0'0069	0'00723
128 »	16 »	0'2465 »	0'924 »	0'0072	
—	35 »	0'5435 »	0'930 »	0'0072	
—	9 »	0'141 »	0'936 »	0'0073	

14. Kísérlet.

<i>A víz nyomása</i>	<i>idő</i>	<i>a lefolyt víz mennyisége</i>	<i>1 órára esik = y</i>	y/x	<i>közép érték</i>
128	30 percz	0'5565 grm	1'113 grm	0'0087	0'00875
—	10 »	0'188 »	1'123 »	0'0088	
64	7 »	0'061 »	0'522 »	0'0081	0'00815
—	21 »	0'184 »	0'525 »	0'0082	
32	11 »	0'045 »	0'245 »	0'0076	0'00763
—	23 »	0'0955 »	0'249 »	0'0077	
—	16 »	0'066 »	0'247 »	0'0076	
16	6 »	0'011 »	0'110 »	0'0069	0'00705
—	12 »	0'023 »	0'115 »	0'0071	
—	312 »	0.605 »	0'115 »	0'0071	
—	25 »	0.048 »	0'115 »	0'0071	0'00643
8	251 »	0'229 »	0'054 »	0.0067	
—	40 »	0.035 »	0'052 »	0'0065	
—	17 »	0'013 »	0.049 »	0'0061	

15. Kisérllet.

A víz nyomása áramlási idő lefolyt víz 1 óra alatt y/x = y				Középérték
4 cmtr	33 perc	0'0135 grm	0'024 gr. 0'0060	0'0060
—	23 »	0'0095 »	0'024 » 0'0060	
8 »	10 »	0'011 »	0'066 » 0'0082	0'0081
—	7 »	0'0075 »	0'064 » 0'0080	
—	6 »	0'0065 »	0'065 » 0'0081	0'0093
16 »	12 »	0'031 »	0'155 » 0'0096	
—	7 »	0'017 »	0'145 » 0'0090	0'0103
—	6 »	0'015 »	0'150 » 0'0093	
32 »	11 »	0'065 »	0'332 » 0'0103	0'0103
—	12 »	0'0665 »	0'332 » 0'0103	
64 »	6 »	0'0675 »	0'675 » 0'0105	0'01067
—	16 »	0'1805 »	0'677 » 0'0105	
—	9 »	0'1055 »	0'702 » 0'0109	
—	6 »	0'0695 »	0'695 » 0'0108	
128 »	24 »	0'5705 »	1'422 » 0'0111	0'0111
—	21 »	0'5015 »	1'428 » 0'0111	
—	10 »	0'2375 »	1'425 » 0'0111	

16. Kisérllet.

A víz nyomása áramlási idő lefolyt víz 1 óra alatt = y y/x				közép érték
128 cmtr	7 perc	0'247 grm	2'112 grm 0'0165	0'0165
—	9 »	0'312 »	2'076 » 0'0162	
—	9 »	0'3215 »	2'142 » 0'0167	
—	8 »	0'289 »	2'166 » 0'0169	
—	3 »	0'1055 »	2'110 » 0'0164	
64 »	11 »	0'187 »	1'020 » 0'0159	0'0159
—	12 »	0'204 »	1'020 » 0'0159	
—	9 »	0'1565 »	1'038 » 0'0162	
—	20 »	0'339 »	1'017 » 1'0158	
—	3 »	0'0505 »	1'010 » 0'0157	
—	6 »	0'104 »	1'040 » 0'0162	0'0152
—	6 »	0'103 »	1'030 » 0'0160	
32 »	6 »	0'0215 »	0'500 » 0'0156	
—	12 »	0'0992 »	0'496 » 0'0153	
—	9 »	0'0735 »	0'489 » 0'0152	
—	23 »	0'181 »	0'472 » 0'0147	0'0139
16 »	12 »	0'046 »	0'230 » 0'0134	
—	8 »	0'030 »	0'225 » 0'0140	
—	6 »	0'023 »	0'230 » 0'0140	
—	6 »	0'215 »	0'215 » 0'0134	
—	24 »	0'0895 »	0'223 » 0'0139	

8 cmtr	13 percz	0'0195 gr.	0'090 gr.	0'0112	} 0.0108
—	8 »	0'011 »	0'082 »	0'0102	
—	19 »	0'043 »	0'088 »	0'0110	
4 »	8 »	0'0032 »	0'024 »	0'0060	} 0'0076
—	8 »	0.005 »	0'0375 »	000'93	

17. Kisérlet.

A víz nyomása áramlási idő lefolyt víz 1 óra alatt = $y/y/x$ közép érték

4 cmtr	44 percz	0'0425 grm	0'054 grm	0.0135	} 0.0135
—	11 »	0'0104 »	0'054 »	0'0135	
8 »	7 »	0'0195 »	0.166 »	0'0207	} 0'0207
—	8 »	0'0225 »	0'168 »	0'0210	
—	6 »	0'016 »	0'160 »	0'0200	
—	4 »	0'0112 »	0'168 »	0'0210	
16 »	12 »	0'073 »	0'365 »	0.0228	} 0'0226
—	9 »	0'0545 »	0'362 »	0'0226	
—	7 »	0'042 »	0'360 »	0'0225	
32 »	7 »	0'092 »	0'788 »	0'0246	} 0'0248
—	12 »	0'161 »	0.805 »	0'0251	
—	16 »	0'213 »	0'788 »	0'0246	
—	8 »	0'1075 »	0'805 »	0'0251	
64 »	10 »	0'280 »	1'680 »	0'0262	
—	8 »	0'228 »	1'710 »	0'0267	} 00'267
—	8 »	0'231 »	1'732 »	0'0270	
—	8 »	0'231 »	1'732 »	0'0270	
128 .	5 »	0'300 »	3'600 »	0'0281	} 0'0280
—	7 »	0'418 »	3'582 »	0'0279	
—	7 »	0'421 »	3'607 »	0'0281	

18. Kisérlet.

A víz nyomása áramlási idő lefolyt víz 1 óra alatt = $y/y/x$ közép érték

128 cmtr	4 percz	0'539 grm	8'085 grm	0'0655	} 0.0650
—	8 »	1'077 »	8'075 »	0'0654	
—	6 »	0'795 »	7'950 »	0'0644	
—	7 »	0'937 »	8'030 »	0'0650	
—	7 »	0'938 »	8'030 »	0'0650	
64 »	9 »	0'6005 »	3.999 »	0'0624	} 0'0615
—	3 »	0'1935 »	3'870 »	0.0604	
—	24 »	1'5775 »	3'943 »	0'0616	
—	10 »	0'662 »	3'972 »	0'0620	
—	18 »	1'1855 »	3'947 »	0.0613	

32 cmtr	10 percz	0'327 grm	1'962 grm	0'0613	0'0572
—	3 »	0'0905 »	1'810 »	0'0565	
—	11 »	0'3335 »	1'8175 »	0'0568	
—	24 »	0'728 »	1'820 »	0'0568	
—	14 »	0'4275 »	1'829 »	0'0571	
—	6 »	0'179 »	1'790 »	0'0559	
—	8 »	0'2395 »	1'796 »	0'0561	
—	5 »	0'150 »	1'800 »	0'0562	0'0528
—	6 »	0'181 »	1'810 »	0'0565	
16 »	6 »	0'086 »	0'860 »	0'0531	
—	7 »	0'0975 »	0'835 »	0'0521	
—	9 »	0'1285 »	0'855 »	0'0534	0'0494
—	6 »	0'084 »	0'840 »	0'0525	
8 »	7 »	0'046 »	0'394 »	0'0492	
—	17 »	0'114 »	0'402 »	0'0503	0'0440
—	11 »	0'0735 »	0'400 »	0'0500	
—	5 »	0'032 »	0'384 »	0'0480	0'0328
4 »	6 »	0'0175 »	0'175 »	0'0437	
—	6 »	0'0175 »	0'175 »	0'0437	
—	5 »	0'0153 »	0'183 »	0'0457	
—	9 »	0'026 »	0'172 »	0'0430	0'0120
2 »	190 »	0'1946 »	0'0615 »	0'0307	
—	7 »	0'0078 »	0'0668 »	0'0334	
—	6 »	0'0069 »	0'0690 »	0'0345	0'0120
1 »	8 »	0'0016 »	0'012 »	0'0120	
—	6 »	0'0012 »	0'012 »	0'0120	

Ez utóbbi nyolcz kísérlet mind az 5-ik kísérletnél alkalmazott berendezés szerint történt, és miután a lemeréseket pontosan eszközöltem, és az adatok ugyanazt a szabályosságot tüntetik elő, mint a megelőző kísérleteknél látható volt, csak egy kifogás emelhető még ellenük, hogy u. i. a kisebb nyomásoknál nem azért mutatkozik-e látszólagosan aránytalanul csekélyebb mennyiség a nagy nyomásoknál talált értékekhez képest, mert a *párolgás*, különösen lassúbb áramlásnál éppen a kisebb nyomások értékeit változtatja meg; azért pótlólag még egy kísérlet adatait közlöm, a melyben lassú áramlásnál egy nagyon hosszú és szűk csövön át mindig az elpárolgás is meg volt határozva, és pedig oly módon, hogy a lefolyt víz felfogására felváltva két pohárkát használtam, s a lefolyt folyadék mennyiségeket mindig bent hagyva és mindkettőt egyszerre lemérve az egyik edényben az áramló víz miatt támadt szaporodásból származó súlynövekedéshez hozzá számítottam az egyenlő idő

alatt létrejött és a másik edényke lemérése által megállapított súlyvesztéseget a párolgás miatt. — Egyszersmind fel vannak tüntetve a hőmérsék jelentéktelen változatai is.

19. Kísérlet.

óra	hőmérsék C°	X = víz nyomás cmtr.	a a lefolyt víz	b vesztesség a párolgás miatt	a + b kijavított érték	y = 10 órára eső mennyiség	$\frac{y}{x}$
1	18.5	128	0.224	0.009	0.233	2.330	0.0182
1	18.6	64	0.101	0.010	0.111	1.110	0.0173
4.25	17.7	32	0.205	0.027	0.232	0.545	0.0170
10	17.2	16	0.205	0.059	0.264	0.264	0.0165
2.5	18	—	0.049	0.049	0.067	0.268	0.0167
2	17.9	8	0.011	0.016	0.027	0.135	0.0168
4.25	18.2	4	0.001	0.029	0.028	0.065	0.0162
14.5	17.2	2	0.042	0.089	0.047	0.032	0.0160

A mint e kísérlet adataiból látszik, csekély fokú eltérés a szabályszerűségtől a párolgás beszámításával is megmarad ugyan, de itt épen úgy, mint a megelőző kísérleteknél az eltérés egyenlőképen tapasztalható a Poiseuille által megállapított törvénytől, u. i. *a nagyobb nyomásoknál gyorsabb az áramlás, mint megfelelne a nyomással arányos növekedésnek. Az y/x szorzat azokat az értékeket mutatja, a melyeknek megfelelő vízmennyiségnek a felvett idő (10 óra) alatt 1 cmtr nyomásnál lefolyni kellett volna az adott sebesség arányában; ez értékeknek egyenlőknek kell lenni, ha az áramlási sebesség arányosan nő vagy fogy a nyomással, s ezekből láthatjuk, hogy a sebesség a nagyobb nyomások felé növekedőnek mutatkozik; nem egészen hibátlan egyenletességgel ugyan, minthogy a 8 cmtr nyomásnak megfelelő mennyiség a kellőnél nagyobboknak mutatkozik, de az egész sorból félreismerhetlenül előtűnik ugyanaz a viszony, a melyet az előbbi kísérletek is mutattak.*

A párolgásból származó súlyvesztesség a megejtett pontos mérések szerint óránként 9—10 mgr.-nyi, — nagyobb

áramlási gyorsasági mellett tehát, — különösen ha a kísérleti idő csak néhány percz, — mint a megelőző kísérleteknél, a párolgásból eredő hiba elhanyagolható, a nélkül, hogy miatta a kísérleti adatok megbízhatóságukból veszítenének.

A közölt kísérletek menysége talán soknak látszik, tekintve azt, hogy mindnyájánál ugyanaz a viszony tapasztalható a nyomás változása és az áramlási sebesség közt; de szükségesnek tartottam az adatok közlését, mert az látható belőlük hogy egyetlen egy esetben se volt meg az az egyszerű viszony, a melyet Poiseuille a nyomás és az áramlási sebesség közt fölismerni vélt, hanem *mindegyik az áramlási sebességnek a nyomásváltozathoz képest nagyobb arány szerinti változását bizonyítja.*

Milyen ez az arány, az pontosan még csak akkor lesz megállapítható, ha a számításnál a hajszálcsövek hossza és átmetszetnagysága is tekintetbe vétetik. — A kísérleteimnél használt hajszálcsövek ürterét higanynyal meghatározva kiszámítottam azok átmetszetét, de nem találtam oly egyenletes csőre eddig, a melyről vett adatokat ez irányban felhasználhattam volna. — A viszony megállapítását ez okból a hajszálcső hosszára és átmetszetére való tekintettel későbbre kell halasztanom.

Annyi világosan kitűnik a felhozott kísérleti adatokból, hogy a *hajszálcsöveken egy bizonyos idő alatt átfolyt folyadék mennyisége nem egyszerű, — hanem nagyobb arány szerint nő vagy fogy, mint a nyomás, mely az áramlást létrehozza*; és így a szűrésnél tapasztalt hasonló viszony magyarázata erre vonatkozó értekezésem (Id. h. 55. l.) végső tételéhez képest úgy módosul, hogy: *Már a hajszálcsöveknél tapasztalható áramlási viszonyok szerint a hártyákon keresztül eszközölt szűrésnél nagyobb nyomások mellett több folyadéknak kell lefolyni, mint az egyszerű arány megkívánná; annál inkább kell pedig a szűrt folyadék mennyiségének ily értelmű változást mutatni a szűrést eszközölt nyomás növelésekor, mert a hártyákat képező hajszálcsövek rugalmas falazatúak, s ürterök a nyomás növekedésekor tágul.*

II.

Adatok a fehérrny-e-oldatok átszivárgásához.

Regéczi Nagy Imre tr. tandrsegéd és magántanártól.

Graham ¹⁾ egyik értekezésében a különböző oldatok átszivárgásánál mutatkozó különbségekről szólva, megállapította, hogy az átszivárgás gyorsasága a kísérletekhez vett anyagok minősége szerint különböző; még a só-oldatok közül is egyik gyorsabb, másik lassúbb átszivárgásra képes, de feltűnt különösen a fehérrny-e, a melynek átszivárgása, a sókhoz viszonyítva, fölötte csekély.

Azt találta továbbá, hogy két különböző sóoldat összekeverésénél az egyes sók átszivárgási gyorsasága változást szenved el. A keverésre használt sóoldatok minősége szerint az eltérés kisebb vagy nagyobb fokú lehet, de »úgy látszik, hogy mindig a kevesbbé oldékony só veszít átszivárgási gyorsaságából.« ²⁾

Ez utóbbi tételt *Graham* után *Cloetta* ³⁾ is megerősítette.

Graham találta továbbá, hogy a fehérrny-e-oldatokat diffúzió útján a sóktól külön lehet választani, a nélkül, hogy egy-

¹⁾ Über die Diffusion von Flüssigkeiten. — Liebig's Annalen Bd 77. S. 56.

²⁾ *Graham*. Id. h. 76. l. »Es scheint dass in allen Fällen das weniger Lösliche von zwei gemischten Salzen an Diffusionsvermögen verliert.«

³⁾ Diffusionsversuche durch Membranen mit zwei Salzen. Diss. Zürich 1851. 18. l. — *Cloetta* értekezéséből úgy látszik, mintha a kérdéses tételt ő először állapította volna meg, és az irodalomban csakugyan több helyen így is olvasható. — A tétel első megállapításának érdeme azonban nem őt, hanem *Grahamot* illeti; az biztosan felismerve volt már a *Cloetta* kísérletei előtt, és közölve ugyanabban az értekezésben, a melynek címére *Cloetta* is hivatkozik. — *Cloetta* érdeme csak annyi, hogy további kísérletek által újabb adatokat szolgáltatott.

szersmind a fehérnyében is nagy veszteség mutatkoznék, ezt azonban egyedül a két anyag különböző diffúzió képességéből vezette le.

De e tények azt a gondolatot ébresztették fel bennem, hogy a fehérnye átszivárgása a hártályokon nem csupán azért történik lassan, — a mikor a fehérnyeoldatokhoz egyszersmind sók is vannak keverve, — mert annak diffúzió képessége csekély: hanem azért is, mert két különböző átszivárgási képességű anyag lévén együtt, a könnyebben átszivárgó anyag akadályozza haladásában a nehezebben átszivárgót, épen úgy, — sőt még nagyobb mértékben — mint ahogy ez akadályozás már a só-oldatoknál is kimutatható volt, a melyek átszivárgási képessége közt pedig sokkal csekélyebb különbség van, mint a sók és a fehérnye közt. — E gondolatot azután, ha bebizonyítható, a vizelet elválasztásánál véltem értékesíthetni.

Hogy a sónak a fehérnye átszivárgására van-e valami befolyása, az könnyen megállapítható volt.

1. Két edénybe készítettem elő 2^o/_o fehérnyeoldatot 10 grm. szárított tojás fehérjéből és 500. grm. vízből; az edénybe adtam még a fehérnyeoldathoz 50 grm. konyhasót. — Az átszivárgási készülék felső edényébe öntöttem mind a két kísérletnél 100. grm. dest. vizet és másfél óra lefolyása után megvizsgáltam: *ez idő alatt a sótalan fehérnyéből egy rész átment a destillált vízbe, míg a sós oldatból csak só ment át, fehérnyének nyoma se látszott.* — Másnap reggelig már a sós oldatból is ment át fehérnye.

2. Ezután megcseréltem az edényeket, a melyekbe a destillált víz volt öntve, hogy a folyadékokat elválasztó pergamment papir egyenlőtlen felkötéséből származható esetleges hiba tévedésre ne vezessen, és így ismételtam a kísérletet. Az eredmény ugyanaz lett: *egy idő múlva a sótalan oldatból ment át fehérnye, a sós oldatból pedig nem.*

Ez előkísérletek után már bebizonyítva láttam, hogy a fehérnyeoldattal kevert só befolyással van a fehérnyerészecskék átszivárgására, de megállapítandó volt még számosabb és különféleképen változtatott kísérletek alapján e befolyás mértéke és körülményei.

I. Kísérletek agyagcellán keresztül.

3. Pergament papir helyett elválasztó réteggépen olyan agyagcellákat vettem, a minők a kis *Grove*-féle villamtelepekhez valók, s fehér agyagból készültek; természetesen újakat és lehetőleg egyenletes falvastagsággal. (1.5 mmtr.)

Két fehérnyeoldatot készítettem, egy részről 5 grm szárított tojásfehérjéből és 100. grm dest. vízből, más részről ugyanannyi fehérnye és 100. cmtr tömény konyhasó oldatból, ez oldatokat egy-egy porcellán csészébe öntve, beleállítottam az agyagcellákat, melyek a folyadékba félig merültek bele, s megtöltöttem annyi destillált vízzel, hogy a külső és a belső folyadék felszíne egyenlő magasan állott.

Másnap reggelig az egyik cellában sok konyhasót találtam; fehérnye egyik falán se ment át észrevehető mennyiségben.

Két nap múlva fehérnye még mindig nem található.

4. Ekkor megváltoztattam az eljárást, úgy, hogy a sótalán oldatba helyezett cellát tömény konyhasó oldattal töltöttem meg, míg a másik agyagcellába, mely a sós fehérnyeoldatba merült, — csak destillált vizet öntöttem.

Másnap reggelre a sótalán fehérnyeoldatba állított cellában *a fehérnye a sóoldatban kimutatható volt*, míg a másik cellában a fehérnyének nyoma se látszott.

Hat egymás után következő napon át ismételtam a kísérletet hasonló berendezés mellett, csupán az agyagcellákat változtatva, úgy hogy felváltva egyszer az egyiket, másszor a másikat helyeztem a sótalán fehérnyeoldatba s töltöttem beléje tömény só oldatot, és a kísérletek mindig egyenlő eredményt mutattak, azt ugyanis, hogy *az alkalmazott agyagcella falán át egy nap alatt se a sótalán, se a sós fehérnyeoldatból nem megy át a fehérnye, ha a cellában destillált víz van, só oldat felé azonban a fehérnye átszivárog.*

Míg tehát egy felől a só akadályozza a fehérnyerészecskék áthatolását abban az esetben, ha a fehérnyeoldathoz van keverve, — a mint az előkísérletekből látható volt — ellenkezőleg: elősegíti, ha az elválasztó réteg túlsó oldalán levő folyadékban van; vagyis más szóval: *a fehérnye könnyebben szivárog a sóoldat felé, mint destillált víz felé.*

II. Kísérletek közbevetett hártya nélkül.

5. Két edénybe, melynek belső ürtere egyenlő volt, 4·5 % fehérnyeoldatot öntöttem, 4·5 grm tojásfehérje és 100 grm vízből készítve egy részről, másrészt pedig 4·5 grm fehérnye és 100 kemtr tömény konyhasóoldatból, miután a fehérnyét előbb kalilúgban feloldottam.

Az oldatok átszűrése után azok felületére vigyáztattal 100—100 kemtr destillált vizet töltöttem, egy darab kemény papirosra csepegtetve, mely az oldatok felületén úszott; úgy hogy a rátöltött víz az oldattal a rátöltéskor nem keveredett. — A rátöltést előbb a sós fehérnyeoldatnál végeztem, és csak azután a sótalán oldatnál, úgy hogy a sós fehérnyeoldat hosszabb ideig volt érintkezésben a fölé töltött dest. vízzel, mint a sótalán; e berendezést szándékosan azért tettem így, mert az előbbi kísérletekből következtetve, azt vártam, hogy a fehérnye diffúziója a sótalán oldat felől fog gyorsabban történni, és ilyen berendezés mellett a kísérletnek nagyobb bizonyító ereje van, sőt ellenkező kísérleti sorrend mellett az eredményt értékesíteni sem lehetne, a mennyiben a letelt hosszabb idő magyarázná a gyorsabb diffúziót.

Azután kémli csövekbe próbákat vettem úgy, hogy pipettával vigyázva leemeltem mind a két folyadék felületéről egyenlő mennyiségeket minden perczen, még pedig mindig először a sótalán oldatról, az előbb említett ok miatt, összesen 10—10-szer, és a légenysav gondos alátöltése után létrejött gyűrű vastagságából és tömörségéből következtettem az átmennyiségére.

Az eredmény a következő volt:

A sós fehérnyeoldatnál a föltte levő destillált vízből csak az 5-ik, 6-ik kémli cső mutatott fehérnyét, míg a sótalán fehérnyeoldat fölé öntött vízből a 2-ik perczen vett próba már sok fehérnyét tartalmazott, és a későbbi próbák is a sós oldattól vett próbákhoz hasonlítva, mindvégig sokkal dúsabb fehérnyetartalmúak maradtak.

6. Ugyanez oldatokat 150. kemtrre hígítottam, úgy hogy a fehérnyeoldatok körülbelül 3. százalékosakká váltak, vala-

mint a sóoldat is, — mely az előbbi kísérletnél tömény volt, — megfelelően hígult.

Újra töltöttem 100 cmtr dest. vizet mind a két oldat fölé, mint előbb, és percenként próbákat vettem. — *Az eredmény ugyanaz volt.*

7. A próbák vétele után visszamaradt oldatokat újra hígítottam 200. cmtrnyire és a kísérleteket hasonló módon ismételtam mint előbb.

Az eredmény ugyanaz maradt.

Megjegyzendő, hogy mind a három kísérletsorozatnál ama próbafolyadékok is, a melyek a sós oldat fölül voltak véve, de fehérynét még nem tartalmaztak, már észrevehetőleg sós ízűek voltak és légenysavas ezüstéleg oldattal már a legelső próbafolyadék is sűrű csapadékot adott, — a mi természetes a só nagyobb diffuzióképessége mellett.

8. Nehány nap múlva saját magam előtt fölmerült a kérdés, hogy vajjon a destillált víz felöntését elég elővigyázattal eszközöltem-e?! — A lehető legnagyobb gonddal újra ismételtam a kísérletet 5 százalékos fehérynyeoldattal, és pedig mint előbb, az egyik edényben só hozzáadásával, a másikban a nélkül. — Az előbbiekkal teljesen egyező eredmény megnyugtató az előbbi kísérletek pontossága felől is. — *A sós fehérynéből ugyanis csak az 5-ik 6-ik kémlecsőben lehetett légenysav aláöntés által hosszabb állás után némi csekély zavarodást látni, míg a sótalan fehérynénél a második kémcső már jókora mennyiségű fehérynét mutatott.*

9. Ismétléskor a folyadékokat 150 cmtrre hígítottam a destillált víz feltöltése előtt.

Az eredmény hasonló lett.

10. Hasonló módon — mint a megelőző esetekben a fehérynével, — tettem kísérletet cukoroldattal.

Szőlőcukorból készítettem 1.035 fajsúlyú oldatot, és az egyik edénybe — mint az előző kísérleteknél — tisztán ez oldatot öntöttem; a másik edényben pedig a cukoroldathoz még annyi konyhasót kevertem, hogy az oldat fajsúlya 1.042 lett, és vigyázattal feltöltöttem előbb a sós, — majd a sótalan cukoroldatra 100—100 cmtr dest. vizet.

Majd rétegenként 12. kémlecsőbe vettem próbát mind a

két edényből. — *A sótalan czukoroldat fölé töltött vízből Trommer-féle czukorpróbával már a 7-ik kémleőcső tartalma sok czukrot mutatott, míg a czukoroldatnál csak a 11-ik kémleőcső folyadéká tartalmazott kimutatható mennyiséget.*

III. Kísérletek itatós papírral.

11. E kísérleteket fehérnye helyett szintén czukoroldattal végeztem. — Két kisebb poháralakú edényt, — melyek azonban egyenlő nagyságúak voltak, — tele töltöttem egyrésről 1'010 fajsúlyú czukoroldattal, másrésről hasonló czukortartalmú folyadékkal, de a melynek fajsúlya a hozzáadott konyhasó miatt 1'063 volt, és bekötöttem a poharak száját itatós papírral, mely az oldatok fölszínét érintette. — A két pohárkát így beállítottam két egyenlő nagyságú nagyobb pohárba, és vigyázattal töltöttem rájuk egyenlő mennyiségű destillált vizet, a mely természetesen a két nagyobb pohárban is egyenlő magasan állott, s az itatós papirból álló elválasztó réteg fölött egyenlő magas oszlopot képezett. — 5 percz lefolyása után vettem az első próbafolyadékot mind a két edényből, és azután a további próbákat perczenként.

Mint az előbbi kísérleteknél is az eredmény bizonyító képessége tekintetéből a destillált víz feltöltését előbb a sós czukoroldatnál végeztem, ellenben a próba folyadékokat pipetta segélyével mindenkor előbb a sótalan oldat fölé töltött vízből emeltem le, vigyázva arra is, hogy a próbafolyadékot ne a mélyebb rétegekből, hanem a víz megmozgatása nélkül a legfelső rétegből nyerjem.

A sótalan czukoroldatból vett 4-ik próbafolyadék már czukrot tartalmazott, míg a sós oldatnál csak a 10-ik próba folyadék mutatta a czukor nyomait.

12. A kísérlet ismétlésénél 1'010 fajsúlyú czukoroldat helyett csak 1'002 fajsúlyút vettem, 's úgy találtam, hogy a sótalan czukoroldatnál csak a 11-ik próbafolyadék mutatott csekély czukortartalmat, míg az előbbi kísérletnél hasonló berendezés mellett már a 4-ik kémleőcsőben jókora mennyiségű czukrot találtam. — Ez eredmény azt bizonyítja, hogy a *diffúzió* gyorsasága és erélye a töményebb oldatok alkalmazásakor nagyobb, a mit különben már Vierordt tapasztalt; de e körül-

mény biztosíték az iránt, hogy a megelőző kísérletekben a czukor, — illetőleg a fehérnye visszamaradása a sóval kevert oldatoknál nem ez oldatok nagyobb sűrűsége által volt föltételezve.

IV. Kísérletek állati hárttyával.

13. Két — 12 cmtr átmérőjű — üvegtölcsér karimáját disznóhólyaggal — mely előbb kiszárítva, s azután langyos vízben föllágyítva volt — kötöttem be és beléjőkegyenlő mennyiségű destillált vizet töltöttem. — Készítettem továbbá egyenlő fehérnyetartalmú sós és sótalan oldatot, melyekbe a két tölsért úgy merítettem be, hogy a külső és belső folyadékok fölszine egyenlő magasságban állott.

Más napra mind a két tölsér folyadékában volt fehérnye s bár a sótalan fehérnyeoldatból sokkal nagyobb mennyiség diffundált egyenlő idő alatt, mint a sósból, a kísérlet mindenestre ismételendő volt; és pedig kíváncs volt rövidebb időközökben vizsgálni a fehérnyetartalmat, hogy a fehérnye átmenetelének kezdeti ideje megállapítva legyen. — Hosszú idő alatt — mint e kísérletnél is — természetesen a sós fehérnyeoldatból is épen úgy átmehet a fehérnye a túlsó oldalról, mint a sótalanból, és pedig azért, mert a só gyors diffúziójánál fogva egy idő múlva a hárttya két oldalán levő folyadékok sóartalma kiegyenlődik, és akkor már más a viszony, mint kezdetben, a midőn a sós fehérnyeoldat destillált vízzel áll szemközt.

14. Ismételt kísérletnél, a kísérlet kezdete után két órával, a sótalan fehérnye mellé állított destillált vízben a fehérnye már nagy mennyiségben kimutatható volt, míg a sós oldatból ugyanannyi idő alatt semmi fehérnye nem ment át.

15. A két tölsér széles nyílását elzáró hólyag — már a kísérlet elején is észrevettem — nem egészen egyenlő és egyenletes vastagságú volt, bár mind a kettőt egy hólyagból metszettem. — A vastagabbnak látszó hárttyát a megelőző kísérletnél a sós fehérnye oldatba mártottam, és föltételezhető volt, hogy a fehérnye diffúziójának elkésését itt talán épen a hárttya vastagabb volta okozta: úgy ismétellem tehát a kísérletet, hogy most az áttetszőbbnek látszó hárttyát állítottam a sós fehérnye oldatba, vagyis megcseréltem a hárttyákat.

Az eredmény mindazonáltal ugyanaz maradt. — Két óra múlva a sótalan fehérnye oldalból a vastagabb hártján is átment a fehérnye a destillált vízbe, míg a sós oldatból — ugyanazon a hártján át, mely fordított berendezés mellett a fehérnyét áteresztette — semmi.

V. Kísérletek tojáshártjával.

16. A tojás vékonyabb végét felnyitottam, és a nyíláson át kibocsátottam a tartalmát. — Azután a vastagabb végénél is lehántottam vigyázattal a tojás meszes héjját, úgy hogy a tojás vékony belső hártjája sértetlenül maradt, és beállítottam egy megfelelő nagyságú üveg edénybe, úgy, hogy a beeséstől a tojást az edény széle óvta; az üvegbe destillált vizet töltöttem, a tojás hártján belül pedig 3^o/₁₀ tiszta fehérnye-oldatot.

A fehérnye átmenetele már egy fél óra múlva kimutatható volt.

17. Hasonló berendezés mellett, kevés sót keverve a fehérnye-oldathoz, ugyanazon a hártján keresztül a fehérnye még $\frac{3}{4}$ óra múlva se lépett át. — 1 óra múlva már kimutatható.

18. Tiszta fehérnyeoldatot tömény konyhasó oldattal szembeállítva destillált víz helyett, a fehérnye diffúzió nagyon gyorsan megindult, úgy hogy a só oldat — a diffúzió megkezdődésétől számítva — egy negyed óra múlva már sok fehérnyét tartalmazott.

19. Új tojás-hártjával kísérletet téve, abban tömény tojás fehérjét — melyet előbb finom kendőn átnyomtam — hagytam destillált vízzel szembeállítva; a dest. vízben még más nap se volt fehérnye kimutatható. — Harmad napra már megjelent.

Ez a különbség a jelen kísérlet és a megelőzők közt alig volna első tekintetre egyébből magyarázható, mint a tojás hártja esetleges nagyobb vastagságából. — *Brücke* ¹⁾, ki a tojás hártjával szintén tett átszivárgási kísérleteket, úgy találta, hogy »a fehérnyével szembeállított víz felé eleintén csak a sók mennek át, semmi fehérnye; csak 24 óra múlva vagy

¹⁾ Vorlesungen über Physiologie I. 97.

később kezd a fehérsége is kis mennyiségben a tojás hártján átszívárogni.« — E tüneteknek okát *Brücke* csakugyan a hártjában véli feltalálhatni, és mondja, hogy »a hártják porusainak szűk volta akadályozza a fehérsége részecskéi áthatolását, és ez az akadály oly nagy lehet, hogy kezdetben a fehérsége éppen nem megy át, csakis sók!«

E feltételnél azonban megfigyeltlenül marad az, hogy ha a hártja porusai oly szűkek, hogy a fehérsége részecskéit át nem bocsátják kezdetben, miféle tényező az, a mi később e részecskéi áthatolását lehetővé teszi? — Ha kezdetben a hártjának akadályozó hatásában gondoltuk az okot, a mely miatt a fehérsége részecskéi nem szívárognak át a vízbe, akkor azt kellene feltételeznünk, hogy 24 óra múlva vagy később a hártja szerkezete olyan módosúláson megy keresztül, a mely miatt előbb kifejtett akadályozó hatását tovább is kifejtteni nem képes, — vagyis a hártja porusainak kitágulását kellene várunk; e felől pedig ismét a kísérlet győzhet meg.

20. Ugyanazon tojáshártjával, mely kezdetben a fehérségét nem bocsátotta át, de a melyen keresztül harmadnapra átment fehérsége légenysavval már kimutatható volt, újkísérletet tettem. — Gondos lemosás után újra beállítottam a destillált vizes edénybe, és belé, mint előbb, tömény tojás fehérjét öntöttem. — A dest. vízben fehérsége még másnap se volt kimutatható.

E kísérlet szerint a hártja szerkezete a kísérlet folyamában nem változott meg, a porusok nem tágultak ki; és így, ha adott porustágasság mellett később átmegy a fehérsége, kezdetben pedig nem, — a fehérsége áthatolás akadályát többé a porusok szűk voltában nem szabad keresnünk, annál valamely más mellékkörülménynek kell szerepelni.

Ha megvizsgáljuk a felhozott két rendbeli kísérletet, a melyek közül az elsőknél a fehérsége már egy félóra múlva áthatolt a tojás hártján, a másodikban pedig még 24 óra múlva sem, feltűnik, hogy az első kísérletnél híg fehérsége oldat volt alkalmazva, az utóbbiaknál pedig tömény tojás fehérje egyszerűen ruhán átnyomva hígítás nélkül. — Tovább vizsgálva a kísérlet lefolyását, feltűnik, hogy a híg fehérsége-oldatból egy félóra lefolyása alatt már kimutatható mennyiség szívárog át a fehérségből, míg a tömény fehérsége felé eleintén csak erős

vízáram halad, annak térfogata ennek folytán a kísérleti idő hossza szerint két-háromszorosra megnő, tehát a fehérnyéből higabb oldat készül, miközben a további térfogat növekedés a fehérnye felé irányuló vízáramlat lassabbodása folytán mindinkább kisebb arányú lesz, és csak azután kezd a fehérnye is átszivárogni. — Ez észlelet szerint a fősúlyt arra kellene fektetni, hogy a higabb fehérnye-oldatból a fehérnye gyorsabban kezd átszivárogni, mint a töményebb oldatból, a mi új kísérletek által megállapítandó.

21. Két tojást vékonyabb végén felnyitva, és tartalmát kiürítve, mint előbb, a tojás hártját kemény borítékától megfosztottam, s a hártja épségéről meggyőződve, beállítottam két destillált vízzel telt edénybe s az egyikbe híg fehérnyeoldatot, — a másikba pedig tömény tojás fehérjét öntöttem. — A híg oldatból a fehérnye már egy fél óra múlva átszivárgott a dest. vízbe, míg a másik tojás hártján négy óra múlva se ment át a fehérnyének nyoma se a tömény tojás fehérje felől.

22. Megcseréltem a tojáshártjákat, és úgy ismételtam a kísérletet, hogy a híg oldatot abba öntöttem, a melyikben előbb a tömény fehérnye volt, a mely tehát az előbbi kísérletnél a fehérnyét át nem bocsátotta, és viszont. — A kísérlet eredménye ugyanaz maradt.

E kísérletek kétségen kívülé teszik, hogy a tojáshártjánál nem a hártja porusainak szűk voltától függ az a körülmény, a mit *Brücke* talált, hogy u. i. eleintén csak a sók szivárogna át és semmi fehérnye, s ez utóbbi csak később kezd átmenni. — Az természetes, hogy a hártja szűk porusai a fehérnye diffúziójának nagy akadályul szolgálnak, de azt nem teszik lehetetlenné, a mi kitűnik abból, hogy a fehérnye később mégis átmegy.

Itt ismét az a körülmény áll előttünk, a mit eddig is tapasztaltunk a kevert oldatok diffúziójánál. — A fehérnye-oldatokban levő sók lassítják nagyobb diffúzió képességöknél fogva a fehérnyerészecskék áthatolását; de hígoldatoknál e lassabbodás mellett és a hártján túl levő destillált vízben a fehérnye elég jókor kimutatható, ellenben tömény-fehérnye alkalmazása esetében még egy mechanikai akadály lép fel, a mely a fehérnyerészecskék áthatolását gátolhatja, nevezetesen

az erős ellentétes irányú vízáramlás, a mely a dest. víz felől a tömény fehérnye felé irányúl. — E vízáramlat fennáll ugyan a híg fehérnyeoldatok ellenében is, de mint tudjuk, annál erősebb, minél sűrűbb a fehérnye, tehát a kísérlet kezdetén tömény fehérnyénél a legerősebb, s midőn a fehérnye sótartalma a vízbe átment, — vagy legalább nagy részben átment, — s viszont az átszivárgott víz miatt a fehérnye hígult, az ellentétes irányú vízáramlat mindinkább lassabbodik és egy bizonyos időpontra túl végre nem képes a fehérnyerészecskéknak útját állani, a melyek a túlsó oldalon levő folyadék felé igyekeznek.

E körülmény némileg ellentétben látszik lenni egy tétellel, a mely a sóoldatok diffúziójánál törvény érvényűvé emelkedett, és ez az, hogy a diffúciónak az oldat töménységével arányosan kellene történni, vagyis két különböző töménységű oldat között egyenlő időköz alatt a töményebb oldat felől kellene több anyagnak diffundálni. — Tekintetbe kell azonban venni, hogy a só részecskék nagyobb diffúzió képessége mellett a mondott mechanikai akadály hatása elenyésző csekély lehet, míg a fehérnye-oldatoknál a csekély diffúzióképesség mellett figyelembe veendő, különösen oly tömött hártya alkalmazásakor, mint a milyen a tojás hártyája. — Ha a szűk porusok a részecskék áthatolását már különben is nagy mértékben akadályozzák, akkor még kisebb jelentőségű további akadályok is nagyobb fontosságot nyernek. — Tágabb likacsokkal ellátott hártyáknál nyilván az ellentétes irányú vízáram hatása is sokkal csekélyebb lesz még a fehérnyeoldatokra nézve is, — és egy további feladatképen azt a kérdést lehetne kitűzni, hogy a különböző vastagságú és tömörségű hártyáknál az egymástól elválasztott két folyadékból — a melyek fajsúlya a bennök oldott anyagok különböző mennyisége miatt nem egyenlő, — milyen fajsúly különbség mellett jön létre oly gyenge ellentétes vízáramlat, a mely a fehérnyerészecskék áthatolását teljesen megakadályozni már nem képes! De mivel az így nyert értékek más hártyákra vonatkoztathatók nem volnának, a mennyiben teljesen egyenlő hártyákkal — melyek egészen egyenlő akadályokat képviselnének a diffúziós áram ellenében — nem rendelkezhetünk, és minden hártyának más-más érték felelne meg: ily értékek megállapítását mellőzhetőnek gondol-

tam, annival is inkább, mert ezek a jelen kérdés megoldására további bizonyítékul nem szolgálhatnak.

A tojás hártján hosszabb idő alatt átment fehérnye is csak felette csekély mennyiségű; kíváncsú volt tehát a további kísérletekre oly hártákat használni, a melyek nem akadályozzák ily nagy mértékben a fehérnye diffúzióját, abból kevesebb idő alatt is többet átbecsátanak, 's nagyobb felületet szolgáltatnak a folyadékok kicserélődésére. — Ilyenek gyanánt kinálkoztak a pergament papír és a közönséges írópapír.

VI. Kísérletek pergament papírral.

Három feneketlen kémlőcső szájadékát bekötöttem pergament papírral, de hosszabb kísérletezés után ily csekély felület a kísérleteknél alkalmatlannak bizonyult, és a további eljárásnál nagyobb elválasztó felületeket használtam.

23. 400 □ cmtr nagyságú átszivárgási felület mellett tojásfehérnye híg oldatából destillált víz felé felé 24 óra alatt nem ment át a fehérnye kimutatható mennyiségben. — Tömény konyhasóoldat felé egy óra alatt már átszivárgott.

24. 120 □ cmtrnyi átszivárgási felületen híg tojásfehérje destillált víz felé nagyon csekély mennyiségben 72 óra alatt ment át. — Tömény konyhasóoldat felé már egy óra múlva.

25. 400 □ cmtrnyi lapon hígított vérfehérnye destillált víz felé 32 óra alatt nagyon kevés ment át; tömény konyhasóoldat felé 6 óra múlva már nagy mennyiség.

E kísérletek azt bizonyítják, hogy a fehérnye, — mint már a megelőző kísérletekből is látható volt — sóoldat felé sokkal könnyebben szivárog át, mint tiszta destillált víz felé. — A sónak lassító befolyása azonban kimutatható nem volt a különben is hosszú idő miatt, a melyet már a destillált víz felé való diffundálás igénybe vesz. — Különböző papírlapokon eszközölt kísérletek az időre nézve nem adnak mindig egybevágó eredményt, a mi a papírlapok sűrűségi különbségéből levezethető; egy ugyanazon papír pedig csak hosszabb ideig tartó kiáztatás után használható új kísérletre, s e körülmények még vékonyabb lapok alkalmazását teszik kívánatossá.

VII. Kísérletek írópapírral.

26. Két széles tölcser alját bekötöttem lehető egyenletes fehér írópapírral, és 20 cmtrnyi olyan fehérnyeoldatot adtam beléjük, melynek fajsúlya 1028 volt. — Az egyik tölcserbe ezenfelül még oldatlan konyhasót is kevertem s beállítottam mind a kettőt egyenlő mennyiségű dest. vízbe.

Az eleintén 10 perczenként vett kémelő folyadékokban igyekeztem azt az időpontot felismerni, a mikor a fehérnye a papír túlsó oldalán nyomokban jelenkez, de az alkalmazott — aránylag nagy mennyiségű — víz miatt csak mintegy 12 óra lefolyása alatt ment át a sótalan fehérnyéből kimutatható mennyiség, míg a sós fehérnyéből ez idő alatt *csak a só ment át, fehérnye nem.*

27. A kísérlet megújításakor az eredmény ugyanaz lett. Eleinte csak a sótalan fehérnyeoldatból diffundált át fehérnye a papír túlsó oldalán levő dest. víz felé, de hosszabb idő lefolyta után megjelent a sós oldattal szembeállított vízben is.

28. 113. □ cmtr felületű lapon hig alkali albuminat oldatból destillált víz felé 20. percz alatt fehérnye még nem diffundált; — konyhasó oldat felé már 5 percz alatt észrevehető mennyiség ment át.

29. Alkali albuminat destillált víz felé nyomokban 35 percz alatt jutott át, sóoldat felé pedig 16 percz alatt.

30. 10 □ cmtr felület mellett alkali albuminat destillált víz felé 38 percz alatt diffundált, — sóoldat felé 10 percz alatt.

31. 120. □ cmtrnyi felületnél nagyon vastag írópapíron át alkali albuminat dest. víz felé 2 óra alatt diffundált, sóoldat felé egy fél óra alatt.

Több hasonló berendezésű kísérlet hasonló eredménye bizonyította, hogy *a fehérnye sóoldat felé könnyebben diffundál, mint destillált víz felé, és ha a só a fehérnye-oldathoz volt keverve, a fehérnye diffúzióját lassította, a mennyiben ez — nyomokban is — csak hosszabb idő múlva volt kimutatható a hártya túlsó oldalához öntött destillált vízben, miután előbb a só-részecskék áthatoltak és a nagy fajsúlykülönbség a hártya két oldalán levő folyadék közt közel kiegyenlődött.*

VIII. Kísérleti eredmények.

Kísérleteimből a következő tapasztalatokat merítettem :

1. Fehérnyeoldatokból a fehérnye könnyebben diffundál sóoldat felé, mint destillált víz felé.

2. A fehérnye diffúzióját a hártya túlsó oldalán levő sóoldat annál inkább elősegíti, minél töményebb a sóoldat. *)

3. Hígabb fehérnyeoldatból rövidebb idő alatt indul meg a fehérnyerészecskék diffúziója mint töményebb oldatból.

4. Ha a fehérnyeoldatokhoz sókat keverünk, ez által a fehérnye diffúzióját az elválasztó hártya túlsó oldalán levő víz felé még jobban késleltetjük.

5. Minél nagyobb a fehérnyeoldat sótartalma a túlsó oldalon levő folyadék sótartalmához képest, annál lassúbb a fehérnye diffúziója.

6. Sóval kevert fehérnyeoldatoknál eleinte rendesen csak a só diffundál. A fehérnyerészecskék átlépése akkor kezdődik, a mikor a hártya két oldalán levő folyadékok fajsúlykülönbsége bizonyos alacsony fokra száll le. — Ez a különbség azonban — bár minden esetben meghatározható — nem állandó, hanem a közbevetett hártya vastagsága és tömörsége szerint változó.

7. Minél tömörebb, illetőleg vastagabb a közbevetett hártya, annál csekélyebb fajsúlykülönbség elégséges a fehérnyerészecskék áthatolásának megakasztására, ha u. i. a só a fehérnyeoldathoz van keverve, tehát a fehérnyeoldat nagyobb fajsúlyú.

8. Oly vastag, illetőleg — tömör választó-lapon is diffundál a fehérnye sóoldat felé, a melyen át destillált víz felé át nem lép.

9. A nyomás elősegíti a fehérnye diffúzióját, ha az a hártyára a fehérnye oldala felől hat. (Természetesen csak olyan fokú nyomásról lehet szó, a mely a hártya adott vastagsága illetőleg tömörsége mellett szűrődést még nem eredményez.

*) Az 1. és 2. tételt már régebben megállapította Wittich (Über Eiweiss-diffusion. Müller's Archiv 1856. 305. 1.) »Mit dem steigenden Konzentrationsgrade der äusseren Lösung wächst auch die Schnelligkeit des Eiweisstromes.« — A nélkül azonban, hogy a jelenség okát fejtegette, vagy jelentőségére valamely irányban rámutatott volna.

IX. Következtetések.

Graham kísérleteiből kitűnt, hogy két különböző só keverékéből a különben is nehezebben diffundáló só diffúziója a víz felé meg van nehezítve. — Annál könnyebben felfogható tehát, hogy a fehérynyszerűecskék diffúzióját a hozzá adott könnyen átszivárgó sók, — mint pl. a NaCl , — még nagyobb mértékben akadályozni, — sőt bizonyos körülmények közt teljesen megakasztani is képesek.

E tétel eddig megállapítva nem volt; több kísérletező találta ugyan azt, hogy fehérynye és só keverékéből a só sokkal gyorsabban diffundál, mint a fehérynye, de ennek okát föltalálták a só nagyobb áthatolási képességében, és a hártya tömörségében, mely a fehérynyszerűecskék diffúzióját akadályozná, míg a sórészek áthatolása ellenében akadályt kifejtteni nem bírna. — *Graham* kísérleteinél, melyeket sókkal kevert fehérynnyel tett, főleg a sók diffúziójának gyorsaságára fordította figyelmét, és úgy találta, hogy a fehérynye nem változtatja meg észrevehetőleg a sók diffúziójának gyorsaságát; a fehérynye diffúzióját ő egészen figyelmen kívül hagyta ilyen körülmények közt.

A tény fölismerése után további feladatunk kutatni azt az okot, mely a kérdéses jelenséget előidézi. — A sóval kevert fehérynnyének késlekedése mindenesetre ugyanarra az okra vezetendő vissza, a mely két só keverékéből a nehezebben diffundáló só késlekedését is föltételezi; de bár ez utóbbi tény már régen felismerve volt, 's első megállapítója *Graham* után többen is — mint *Cloetta Ludwig* — foglalkoztak vele, az előidéző okra nézve egyik vizsgáló se mondott véleményt, megelégedtek egyszerűen a tény megállapításával.

Mindenesetre nehéz is teljesen kielégítő magyarázatot adni, a mikor még az osmotikus folyamat lényegére nézve se találunk általános érvényre emelkedett nézeteket, a mennyiben a vizsgálok egy része a folyadékok kölcsönös egymásrahatásából, más része pedig a közbevetett hártya aktív elősegítő működéséből igyekszik a tüneteményeket megfejtetni.

Eltékintve azonban egyelőre az osmotikus erő lényegé-

nek fejtegetésétől, magának az osmotikus folyamatnak megfigyelése, és a jelenségek czélszerű összeállítása fényt fog deríteni a megfejtetlen kérdésre is. — A legegyszerűbb esetben víz, és valamely anyagnak — pl. sónak vízes oldata közt, mely két folyadék egymástól hártya által van elválasztva, vagy csak egyszerűen egymás fölé van töltve, megindul a diffúzió, és tart mindaddig, míg a két folyadék közt eredetileg volt különbség teljesen ki nem egyenlődik.

Közbevetett hártyanál, e hártya porusain keresztül tehát ellenkező irányban haladnak a víz felé a sórészcsekék, a sóoldat felé pedig a túlsó oldalról a víz; az összeütköző részecskék egymást útjukban akadályozni fogják és az az anyag fog nagyobb mennyiségben a hártya túlsó oldalára eljutni, a melyeknek részecskéi nagyobb erővel, nagyobb sebességgel haladnak.

A vízáram ereje egyéb tényezők közt függ a hártya túlsó oldalán levő sóoldat töménységétől is, és azzal nő, mire bizonyítékul szolgál az a körülmény, hogy a diffúzió két különböző folyadék közt kezdetben legerélyesebb, és később mindinkább lassúbb lesz. — Ha egyenlő töménységű két oldatnál destillált víz felé megállapítjuk az osmoticus arányszámot, és azután hasonló töménységű kettős sóoldatot készítünk, a mely mind a két sóból ugyanannyi százalékot tartalmazzon, mint az előbbi külön oldatok, a melyeket az osmotikus arányszám megismerésére használtunk, és megfigyeljük a diffúzió eredményét, a nehezebben diffundáló só részecskék kisebb arányszámot tüntetnek fel, mint az előbb külön eszközölt kísérletnél; a kettős sóoldat u. i. együttvéve nagyobb fajsúlyú lesz, mint a két sóoldat volt különvéve, az ellenkező irányú vízáramlat tehát erősebb lesz a kevert oldat felé, és minthogy a kiegyenlődésnek a hártya ugyanazon porusain keresztül kell történni, az ellenkező irányú vízáramlat a nehezebben diffundáló sórészcsekék haladása ellenében nagyobb akadályt fog kifejteni, mint a könnyebben diffundáló só részecskéi ellenében, s azért az előbbiek az utóbbiakhoz képest visszamaradnak.

Az ellenkező irányú vízáramlat akadályozó hatása még inkább szembe fog tűnni a nehezebben diffundáló anyagoknál pl. a fehérynénél. — *Brücke* azt találta, hogy a tojás hártján

keresztül a fehérnye csak 48, — vagy még több óra múlva kezd átmenni. Saját kísérleteim tömény tojásfehérnyre nézve szintén ezt bizonyítják, de híg tojásfehérnye sokkal gyorsabban diffundál. — A tömény tojásfehérnye részecskéi ugyanis nem bírják legyőzni azt az akadályt, a melyet az ellenkező irányú vízáramlat útjukba helyez, de midőn a diffundált víz által hígulva, az ellenkező irányú vízáramlat többé már nem olyan erős, akkor meg kezdődik ez ellenében a fehérnyerészecskék áthatolása is.

Híg fehérnyeoldatnál késleltethetjük a fehérnyerészecskék diffúzióját az által, hogy az oldathoz só keverünk, vagyis az oldatot sűrűbbé, nagyobb fajsúlyúvá tesszük. — Ez által ugyanazt érzük el, a mi a tömény fehérnye alkalmazásánál a fehérnyerészecskék áthatolását megakadályozta, vagy lassította u. i. erősebb ellenkező irányú vízáramlást, és a fehérnyerészecskék diffúziója ez esetben is akadályozva lesz mindaddig, míg a só gyors diffúzió képességénél fogva a fajsúlykülönbség a hártya két oldalán levő folyadékok közt ki nem egyenlítődik vagy legalább csekélyebb nem lesz.

Ez a felfogás megmagyarázza azt is, hogy miért diffundál a fehérnye könnyebben só oldat, — mint destillált víz felé! ? Azért, mert ez esetben a fehérnyeoldattal szemközt állított só oldat az, a mely felé az erősebb vízáramlat irányul, és pedig annál nagyobb erélylyel, minél töményebb a sóoldat, illetőleg minél hígabb a fehérnyeoldat, és e vízáramlat nem hogy akadályozná, — ellenkezőleg elősegíti a fehérnyerészecskék áthatolását, épenúgy, mint a hogy a fehérnyeoldat oldala felől alkalmazott nyomás is, — mely hasonlóképen erősebb hasonló irányú vízáramlatot támaszt, — a fehérnyerészecskék diffúzióját elősegíti.

A fennebbi kísérletek alapján egyszersmind értelmezhető az is, *hogy rendes körülmények közt, vagyis egészséges embernél miért nincs albuminuria! ?*

Általánosan elfogadott nézet e kérdést illetőleg nincsen.

A vizsgálók egy része azt állítja, hogy a vérben a fehérnye oly állapotban van, a melyben se szűrődni, se pedig átszivárogni nem képes. — E nézet élettani tekintetből fenn

nem tartható, mert a különböző szövetek az egész testben a táplálásukra szükséges fehérnyét a véredényekből csakis filtráció és diffúzió útján nyerik, 's ha a testben mindenütt áthatol a fehérnye a véredények falain, nem lehet belátni, hogy hogy miért ne történne ugyanez a vesében is.

A vizsgálók másik nagyobb része tehát *Ludwig* után föltételezi, hogy a vesecsatornácskák fölhámja akadályozná a fehérnye diffúzióját, s így állítólag, míg e fölhámboríték ép, addig albuminuria nem lehet. Újabb klinikai tapasztalatok szerint azonban e tétel sem tartható fenn. — Sokan észleltek már gyakran fellépő, rövid ideig tartó albuminuriát a vesecsatornácskák kétségtől ép volta mellett. — Egy ugyanazon egyén reggeli vizeletében pl. a fehérnye esetleg nagy mennyiségben volt kimutatható, míg a nappali a fehérnyének nyomát se mutatta; máskor erős testi kimerülés után rövid idővel albuminuria volt észlelhető, mely pár óra alatt már elmúlt. — Ez esetek bizonyítják, hogy a vesecsatornácskák ép fölhámborítéka nem akadályozza meg a fehérnye kilépését a vizeletbe, mert albuminuria ép fölhámboríték mellett is létrejön, ha jelen van ama bizonyos, még ismeretlen egyéb ok, a melytől a fehérnye kilépése éppen függ.

Runeberg ez esetek megfejtése céljából álitotta fel új elméletét, mely szerint ha a vérnyomás alászáll, akkor a fehérnye átszűrődik, míg nagyobb vérnyomás mellett az átszűrődés nem történhet. — Más helyen ¹⁾ már volt alkalmam kimutatni, hogy e felfogásnak természettani alapja nincs, ellenkezőleg egyenesen beleütközik a kísérleteknél tapasztalt tényekbe.

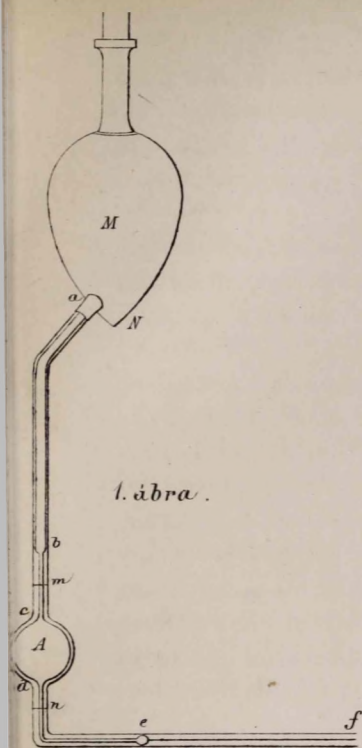
Saját kísérleteim alapján az albuminuria hiányát szükséges embernél a következőképen fogom fel: A húgycsatornácskák belsejében levő igen kis fajsúlyú váladék, és a csatornácskák falain kívül levő vér és nyirk folyadék közt folytonos diffúzió áll fenn, melynek folytán a vesecsatornácskák belsejéből visszafelé a sűrűbb vér és nyirk felé erőt vízáramlat halad, mely a fehérnyék kilépését megakadályozza, míg a különböző sóknak útját állani nem képes; a sók tehát kifelé, a víz pedig

¹⁾ Adatok a szűrődés tanához. M. Tud. akad. Értekezések. 1881. XI. k. 20. sz.

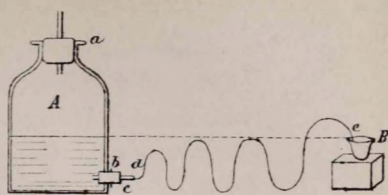
visszafelé áramol, s ez által a vesecsatornácskák belsejében levő váladék mindinkább sűrűbb lesz, és pedig annál inkább minél lassúbb az elválasztás, (kis vérnyomás; bő izzadás erős testi munkánál; stb.) tehát minél hosszabb ideig marad a váladék a vesecsatornácskákban.

A vese glomerulusaiban ugyan a váladék filtráció útján készül, de mindaddig, míg a vér sótartalma megfogyatkozva nincs, s a fehérnye is a rendesnél hígabb oldatot nem képez, albuminaria nem jön létre, áthatolni csak a víz és a sók mint könnyen áthatolható anyagok fognak. — De abban az esetben, ha a vér sói megfogytak, a vér hígult, s ezáltal a vérnyomás csökkenése mellett még az elválasztás gyorsasága is csekélyebb lett, a váladéknak a vesecsatornácskákban való hosszabb időzése lehetővé teszi, hogy a nagy fajsúly különbség a csatornában és a körülök levő folyadék közt kiegyenlődjék, vagy legalább kisebb legyen, és ezzel megszűn az ok, a mely miatt a vér rendes sótartalma és sűrűsége mellett az előtt a fehérnye ki nem léphete, u. i. a visszafelé irányuló erős diffusionális vízáramlat, és ép vese-főlhám mellett is föllép az albuminuria.

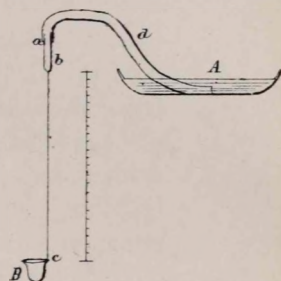
E tételt bővebben fejtegetni azonban a jelen értekezés keretébe már nem tartozhat; a felhozott nézetet itt csak jelezni akartam, annak bizonyítását későbbre tartván fenn.



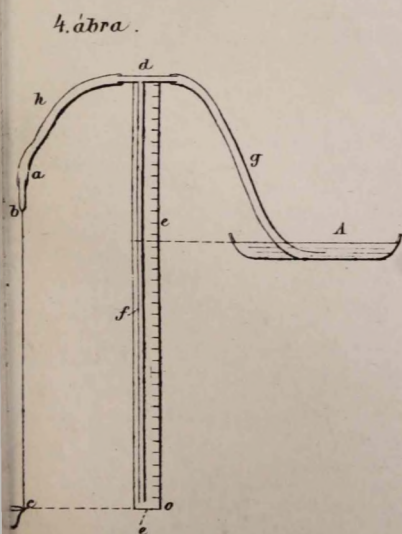
1. ábra .



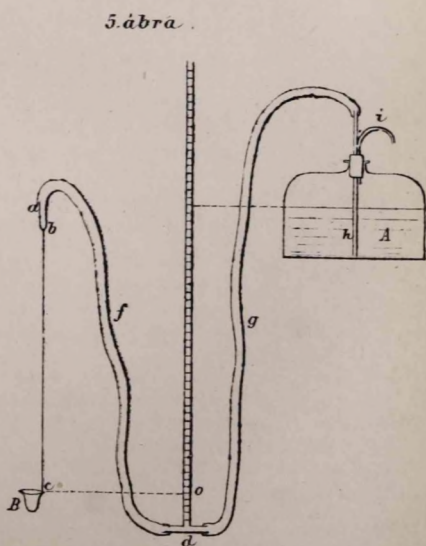
2. ábra .



3. ábra .



4. ábra .



5. ábra .

Hőmennyiség-mérések. Schuller Alajos és dr. Wartha Vincze tanároktól. Egy táblával. 20 kr. — XIII. Folyékony cýnásó vas-nagyolvasztóból. Közli Kerpely Antal 1. tag. 10 kr. — XIV. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem vegytani intézetéből. Közli Jendrássik Jenő 1. tag. 50 kr. — XV. Lázás bántalmak egyik okbeli tényezőjéről. Székfoglaló értekezés. Balogh Kálmántól. 20 kr. — XVI. Szibériai és délamerikai gombák (Fungi et Sibiria et America Australi.) Kalchbrenner Károly r. tagtól. Négy táblával. 60 kr.

Kilenczedik kötet. 1878—1879.

I. Adatok a dentinfogak finomabb szerkezetének ismeretéhez. Teschler György reáliskolai tanártól Körnöczbányán. 7 táblán rajzolt 28 ábrával. 60 kr. — II. A ditroi syenittömzs közettani és hegyszerkezeti viszonyairól. Koch. 1 tábla rajzzal. 30 kr. — III. A gyuladásról. Thanhoffer. 3 tábla rajzzal. 40 kr. — IV. Nehány gázkeverék szinképi vizsgálata. Lengyel. 1 tábla rajzzal. 10 kr. — V. Új adatok Magyarhon kryptogam virányához az 1878. évből. Hazslinszky 10 kr. — VI. Agyszöveti vizsgálatok. Laufenauer. 2 tábla rajzzal. 10 kr. — VII. Emlékbészéd Balla K. felett. Galgóczy. 10 kr. — VIII. Az érverésről. Thanhoffer. 64 fametszvény és 1 tábla. 50 kr. — IX. Urulógyit egy új rézásvány. Szabó. 1 tábla rajzzal. 10 kr. — X. A Pinguicula alpina mint rovarévó növény. Klein Gyulától. 2 tábla rajzzal. 20 kr. — XI. Az aczél megkülönböztető jelei. (Indított tömecsű állapot, meleg törő próba.) Kerpely Antaltól. 30 kr. — XII. Hébert és Munier Chalmas közleményei a magyarországi ó harmadkori képződményekről. Hantken Miksától. Két tábla rajzzal. 20 kr. — XIII. Fouqué munkája Santorin vulkáni szigetről, megismerteti és jegyzetekkel kíséri dr. Szabó József. 20 kr. — XIV. Emlékbészéd néhai dr. Kovács-Sebestyén Endre lev. tag fölött. Dr. Rózsay Józseftől. 10 kr. — XV. Floristicai adatok, különös tekintettel a Roripákra. Borbás Vinczétől. 40 kr. — XVI. A hazai epilobiumok ismeretéhez. Borbás Vinczétől. 20 kr. — XVII. A szaruhártya szalagszerű elhomályosodásáról. (Bundförmige Hornhauttrübung.) Rajzzal egy táblán. Dr. Goldzieher Vilmostól. 10 kr. — XVIII. vizsgálatok az agy corticalis látómezőjéről. Dr. Laufenauer Károlytól. 20 kr. — XIX. Újabb adatok a tengeri moszatok kristalloidjairól. Klein Gyulától. Egy táblával. 30 kr. — XX. A magas hőmérsék és karbolsavgőz hatása szerves testekre. Than Károlytól. 10 kr. — XXI. Az alsó-kékedí gyógyforrás chemiai elemzése. Stollár Gyulától. A felső-rákosi savanyúvíz, valamint a székelvudvarhelyi hideg sós fürdő chemiai elemzése. Dr. Solymosi Lajostól. 20 kr. — XXII. A felső-ruszbachi ásványvíz vegyelemzése. Scherfel W. Auréltól. 10 kr. — XXIII. Agránát és Cordierit (Ditroit) szereplése a magyarországi Trachytokban. Dr. Szabó Józseftől. 30 kr. — XXIV. Megemlékezés Bernard Claude fölött. Balogh Kálmántól. 20 kr. — XXV. Regnault H. Victor emlékezete. Dr. Than Károlytól. 10 kr.

Tizedik kötet. 1880.

I. Közlemények a m. k. egyetem vegytani intézetéből. I. Adatok a carbonylsulfid phisikai sajátságaihoz. Dr. Illosvay Lajostól. — A budapesti világító gáz chemiai analysise. — Ugyanattól. — Egy földpát mennyiségi analysise. Loczka Józseftől. — II. Gróf Vass Samu emlékezete. Deák Farkastól. — III. A magyarországi dunaszigetek földirati csoportosulása s képződésük tényezői. Dr. Ortvy Tivadartól. Egy melléklettel. — IV. Adatok a Martin-aczél tulajdonságainak ismertetéséhez. Kerpely Antaltól. — V. A víz-elvonó testek behatásáról a kámforsavra és amidjaira. Balló Mátyástól. — VI. A vadgesztenye gyökereinek ismertetéséhez. Klein Gyulától és Szabó Ferencztől. Egy táblával. — VII. Az utóvilágításról Geissler-féle csövekben. Dr. Lengyel Bélától. — VIII. A rank-herleini és szejkéi ásványvizek chemiai elemzése. Dr. Lengyel Bélától. — IX. A városligeti artézi kút hévforrásának vegyelemzése. Than Károlytól. — X. Adatok a Mecsekhegység és dombvidéke Jurakorbeli lerakodásának ismertetéséhez. I. Stratigraphiai rész. Bockh Jánostól. — XI. Myelin és idegvélő. (Szóvettani tanulmány.) Petrik Ottótól. 16 rajzzal. — XII. Közlemények a m. k. egyetem vegytani intézetéből. I. A durranó lég sűrűségének meghatározása. Kalecsinszky Sándortól. — H. A nitrosylsav néhány sójáról. Dr. Csulak Lajostól. — XIII. A magyar tengerpart szivacsfaunája. I. közlemény. Dr. Dezső Bélától. — XIV. A

bábolnai meleg »Mátyás-forrás« és a szoyatai »Fekete-tó« hideg sósforrás chemia elemzése. Dr. Hankó Vilmostól. — XV. Közlemények a kolozsvári egyetem élet- és körvegytani intézetéből. Dr. Ossikovszky Józseftől. I. Adalék a hyrosin és a skatol vegyi szerkezetéhez. II. Arsenkéng mint mégis annak szerepe törvényszéki kérdésekben. III. A tellurnak előállítása a nagyági aranytellur érzekből és a nyers tellurból. — XVI. Az ágyéki és gerinczagi dűczök többszörösségéről. Dr. Davida Leótól. Egy táblával. — XVII. Új vagy kevesbbé ismert szömöröcsőgfélék. (Phalloidei novi vel minus cogniti.) Kalchbrenner Károlytól. Három táblával. — XVIII. Az associált szemmozgások idegmechanismusról. Dr. Hógyes Endrétől. I. közlemény. 2 könyomatú és 3 egyszerű nyomatú táblával. (Bevezetés. I. rész. A fej- és testmozgásokat kísérő associált szemmozgások tünetényei emlősnél és az embereknél.)

Tizenegyedik kötet. 1881.

I. Az associált szemmozgások idegmechanismusról. 2 fametszettel. (Második közlemény. II. rész. Az idegrendszer egyes részeinek befolyásáról az önkénytelen associált szemmozgásokra.) Dr. Hógyes Endrétől. — II. A Frusca-gora aquitaniai flórája. 4 táblával. Dr. Staub Móricztól. — III. A pinguicula és utricularia sejtmagjaiban előforduló krystalloidokról (Egy táblával.) Klein Gyulától. — IV. Vegyerélytani vizsgálatok. (II. értekezés.) Dr. Than Károlytól. Egy tábla körrajzzal. — V. Újabb tanulmányok a kámforesoport köréből. Balló Mátyástól. — VI. A homorodi vasas savanyúvíz-források chemiai elemzése. Dr. Soly mosi Lajostól. — VII. A solymosi hideg savanyú ásványvíz chemiai elemzése. Dr. Hankó Vilmostól. — VIII. Önműködő higanylégszivattyú. Schuller Alajostól. Egy rajzzal. — IX. Adatok a Mecsekhegység és dombvidéke jurakorbeli lerakódásainak ismeretéhez. (II. Palaeontologiai rész.) Böckh Jánostól. 10 tábla rajzzal. — X. A carludovica és a canna gummiáratairól. Szabó Ferencztől. Egy táblával. — XI. Budapest főváros ivóvizei egészségi szempontból s néhány ásványvíz elemzése. Balló Mátyástól. — XII. Emlékbeszéd William Stephen Atkinson külső tag felett. Dr. Duka Tivadartól. — XIII. Adatok a harántcsikú izmok szerkezete- és idegvégződéséhez. (Székfoglaló értekezés.) — Thannoffer Lajostól. Egy 4-es rétv tábla rajzzal. — XIV. A mohai (fehérmegyei) Ágnes-forrás vegyelemzése. Dr. Lengyel Bélától. — XV. Egy újabb szerkezetű, vízszivattyúval combinált higany-légszivattyúról. Dr. Lengyel Bélától. Egy tábla rajzzal. — XVI. Az elzöldült szarkaláb mint morphologiai utmutató. Borbás Vinczétől. Egy tábla rajzzal. — XVII. A viznek képződési melegéről. Schuller Alajostól. — XVIII. Békésvármegye flórája. Dr. Borbás Vinczétől. — XIX. Rendhagyó köggombák. Hazslinszky Frigyesztől. Rajzokkal. — XX. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. Közli Jendrassik Jenő. (I. Adatok a szűrődés tanához. Regéczy Nagy Imre tr. tanársegédétől. II. A gyomor hámsajtjeiről. Ballagi János tr. élettani gyakornoktól. III. Adatok a zsírfelszívódáshoz a gyomorban. Mátrai Gábor orvostanhallgatótól. IV. A zsírok átszívágásáról, nevezetesen az epe befolyása alatt. Hutya Ferencz orvostanhallgatótól. (Rajzokkal.) — XXI. — Emlékbeszéd. Kenessey Albert felett. Galgóczy Károlytól. — XXII. A tudományok haladásának befolyása a selmeczvidéki bányamivelésre. Péch Antaltól. — XXIII. Vegyerélytani vizsgálatok. A calorimetrikus mérések adatainak összehasonlításáról. Than Károlytól. — XXIV. Közlemények a m. kir. egyetem vegytani laboratoriumából. Bemutatta Than Károly. (I. A borkősav száraz lepárlási terményeiről. Liebermann Leótól. II. Adatok a Carbonylsulfid physikai sajátságaihoz s tiszta Carbonylsulfid előállítása. 2-ik közlemény. Illosvay Lajostól.) — XXV. Közlemények az állatorvosi tanintézet vegytani laboratoriumából. Liebermann Leótól. (I. A kénessav kimutatása a borban és más folyadékokban. II. Egy készülék könnyen olvadó fémek és öntvények olvadási pontjának meghatározására.) Egy rajzzal. — XXVI. A hydrogen hyperoxyd képződése égés közben. II. Válasz a víz képződési melegének ügyében. Schuller Alajostól.